

## Reunião do Consórcio Antiferrugem Safrá 2008-09 Resumos

Londrina, 08 e 09 de julho de 2009



ISSN 2176-2937

Outubro, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*

*Embrapa Soja*

*Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## ***Documentos 315***

# **Reunião do Consórcio Antiferrugem Safra 2008-09**

## **Resumos**

Londrina, 08 e 09 de julho de 2009

### **Editores Técnicos:**

Cláudia Vieira Godoy

Claudine Dinali Santos Seixas

Rafael Moreira Soares

Embrapa Soja

Londrina, PR

2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

### **Embrapa Soja**

Rodovia Carlos João Strass - Acesso Orlando Amaral

Caixa Postal 231 - 86001-970 - Londrina, PR

Fone: (43) 3371-6000 - Fax: 3371-6100

Home page: [www.cnpso.embrapa.br](http://www.cnpso.embrapa.br)

e-mail (sac): [sac@cnpso.embrapa.br](mailto:sac@cnpso.embrapa.br)

### **Comitê de Publicações da Embrapa Soja**

Presidente: *José Renato Bouças Farias*

Secretária executiva: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros: *Antonio Ricardo Panizzi, Claudine Dinali Santos Seixas, Francismar Corrêa Marcelino, Maria Cristina Neves de Oliveira, Mariangela Hungria da Cunha, Norman Neumaier, Sérgio Luiz Gonçalves, Vanoli Fronza*

Supervisor Editorial: *Odilon Ferreira Saraiva*

Normalização bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima*

Editoração eletrônica: *Willian Beraldo*

Capa: *Marisa Yuri Horikawa*

Impresso com recursos do Edital CNPq/MAPA/SDA n° 064/2008

### **1ª edição**

1ª impressão (2009): tiragem 500 exemplares

### **Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

#### **Embrapa Soja**

---

Reunião do Consórcio Antiferrugem Safra 2008-09 (2009: Londrina, PR).

Resumos da Reunião do Consórcio Antiferrugem Safra 2008-09, Londrina, 8 e 9 de julho de 2009. – Londrina: Embrapa Soja, 2009.

113 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n.315)

Organizado por Cláudia Vieira Godoy, Claudine Dinali Santos Seixas, Rafael Moreira Soares.

1. Soja-Doença de planta-Ferrugem. 2. Soja-Doença de planta-Fungo. I. Título. II. Série.

CDD 633.349492

---

©Embrapa 2009

# **Apresentação**

A ferrugem asiática da soja foi identificada no Brasil em maio de 2001 e se disseminou rapidamente para as principais regiões produtoras tornando-se um dos principais problemas para a sojicultura nacional. Para propor soluções a esse grande desafio foi criado, em setembro de 2004, o Consórcio Antiferrugem. Fazem parte do Consórcio instituições representantes dos diversos segmentos da cadeia produtiva da soja como fundações, universidades, institutos de pesquisa, entidades representantes de fabricantes de insumos e cooperativas de produtores.

Um dos objetivos do Consórcio é levar ao agricultor todas as informações disponíveis sobre a doença e capacitá-lo em manejá-la. Essa publicação apresenta, em forma de texto, as palestras apresentadas durante a reunião do Consórcio Antiferrugem, safra 2008/09, realizada nos dias 8 e 9 de julho de 2009, na intenção de dar uma contribuição atual e relevante em relação a esse importante tema da agricultura brasileira.

*José Renato Bouças Farias*  
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento  
Embrapa Soja



# ***Comissão Organizadora***

## **Presidente**

Cláudia Vieira Godoy

## **Membros**

Álvaro Manuel Rodrigues Almeida

Claudine Dinali Santos Seixas

Lebna Landgraff do Nascimento

Odilon Ferreira Saraiva

Rafael Moreira Soares

Regina Maria Villas Boas Campos Leite

Sandra Maria Santos Campanini

Suzete Regina França do Prado

## **Promoção e Realização**

Embrapa Soja

## **Apoio**

Andef

Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

Jircas

CNPq



## Sumário

Sumário da dispersão em larga escala das epidemias de ferrugem asiática da soja no Brasil em quatro safras (2005/06 a 2008/09) ..... 11  
*Piérri Spolti, Cláudia Vieira Godoy, Emerson Medeiros Del Ponte*

Relato da situação da ferrugem e do vazio sanitário no Estado de São Paulo, na safra 2008/09 ..... 21  
*Silvânia Helena Furlan, Cristiano Geller*

Relato da situação da ferrugem e do vazio sanitário no Estado de Minas Gerais, na safra 2008/09 ..... 25  
*Dulândula Silva Miguel Wruck*

Relato da situação da ferrugem e do vazio sanitário no Estado do Paraná, na safra 2008/09 ..... 27  
*Rafael Moreira Soares, Cláudia Vieira Godoy, Claudine Dinali Santos Seixas, Álvaro Manuel Rodrigues Almeida, Lineu Alberto Domit*

Levantamento de perdas causadas pela ferrugem da soja no Rio Grande do Sul, na safra 2008/09 ..... 31  
*Leila Maria Costamilan, Paulo Ernani Peres Ferreira*

Relato da situação da ferrugem e do vazio sanitário no Centro Oeste do Brasil, na safra 2008/09..... 33  
*Luís Henrique Carregal, Hercules Diniz Campo, Cláudia Barbosa Pimenta, Edson P. Borges, Fabiano V. Siqueri, José Nunes Júnior, Maurício Conrado Meyer, Mauro J. N. Costa, Ricardo Barros, Valtemir José Carlin*

Relato da situação da ferrugem e do vazio sanitário no Estado da Bahia ..... 41  
*Mônica Cagnin Martins, Pedro Venicio Lima Lopes, Marco A. Tamai, Newton S. Andrade, Nailton S. Almeida*

Relato de la situación de la roya de soja en Paraguay ..... 45  
*Wilfrido Morel, Noelia Bogado*



Roya Asiatica de la soya en Bolivia (Santa Cruz de La Sierra) ..... 47  
*Marin Condori*

Resultados do monitoramento da resistência de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas em soja ..... 55  
*Paulo Calegari, José Gerales, Konrad Kemper, Rafael Pereira, Cleonilda Santos, Pedro Singer*

Resultados do monitoramento da sensibilidade de populações de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas ..... 59  
*Lucimara Junko Koga, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Cláudia Vieira Godoy*

Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2008/09. Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos ..... 71  
*Cláudia V. Godoy, Luis Henrique C. P. da Silva, Carlos M. Utiamada, Fabiano V. Siqueri, Ivani de O. N. Lopes, Alexandre D. Roese, Andréia Q. Machado, Carlos A. Forcelini, Cláudia B. Pimenta, Cley Donizeti M. Nunes, Daniel Cassetari Neto, David de Souza Jaccoud Filho, Donizeti A. Fornarolli, Dulândula S. Miguel-Wruck, Edison U. Ramos Junior, Edson P. Borges, Fernando C. Juliatti, Heraldo R. Feksa, Hercules D. Campos, José Nunes Junior, Juliana R. C. Silva, Leila M. Costamilan, Luciana C. Carneiro, Luiz Nobuo Sato, Marcelo G. Canteri, Marcio A. Ito, Marcos M. Iamamoto, Margarida F. Ito, Maurício C. Meyer, Mauro Junior N. da Costa, Moab D. Dias, Mônica C. Martins, Pedro V. L. Lopes, Plínio I. M. Souza, Ricardo Barros, Ricardo S. Balardin, Seiji Igarashi, Sergio A. da Silva, Silvana H. Furlan, Valtemir J. Carlin*

Variedade de soja resistente à ferrugem (BRSGO 7560): posicionamento da nova tecnologia ..... 89  
*Plínio Itamar de Melo de Souza, José Francisco Ferraz de Toledo, Claudete Teixeira Moreira, Austerclínio Farias Neto, Sergio A. da Silva, Neylson E. Arantes, Odilon Mello Filho, Geraldo Estevam de S. Carneiro, Pedro Manuel F. O. Monteiro, Carlos A. Arrabal Arias, Milton Kaster, Marcelo Fernandes de Oliveira, Antonio Eduardo Pipolo, Rodrigo L. Brogin, José Nunes Júnior, Ricardo V. Abdelnoor, Álvaro M. R. Almeida, Maurício C. Meyer, Paulino J. M. Andrade, Mercedes C. Carrão-Panizi, Waldir P. Dias, José Ubirajara Vieira Moreira, Luís*

*Carlos da Silva Neiva, Marcos Rogério Nunes, Alexander Hayakawa Seii, Leandro Oliveira e Silva, Nelson S. Silva, Rogério N. Teixeira, Rafael M. Soares, Regina M. C. P. Toledo, Nerivaldo Elísio Vieira*

Variabilidade patogênica do fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Parte I - Projeto ferrugem da soja JIRCAS/ Embrapa Soja /CRIA/ INTA/ Tsukuba University ..... 93

*Rafael M. Soares, Hajime Akamatsu, Naoky Yamanaka, Kazuhiro Suenaga, Yuichi Yamaoka, Antonio Ivancovich, Wilfrido Morel, Tatiani Janegitz*

Variabilidade patogênica do fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Parte II - Projeto Southnomics - Plataforma para estresses bióticos e abióticos em culturas ..... 103

*Rafael M. Soares, Álvaro M.R. Almeida, Maurício C. Meyer, Leila M. Costamilan, Alexandre D. Roese, José Nunes Junior, Cláudia B. Pimenta, Mônica C. Martins, Austeclínio L. de Farias Neto, Wilfrido Morel, Javier Gilli, Lisandro Lenzi, Adrian de Lucía, Marin Condori, Silvia German, Marcelo J.R. Alonzo*



## **Sumário da dispersão em larga escala das epidemias de ferrugem asiática da soja no Brasil em quatro safras (2005/06 a 2008/09)**

Piérri Spolti<sup>1,2</sup>, Cláudia Vieira Godoy<sup>3</sup>, Emerson Medeiros Del Ponte<sup>1</sup>

### **Introdução**

No ano de 2004, dois anos após as primeiras epidemias de ferrugem asiática da soja observadas no Brasil, foi formado o Consórcio Antiferrugem (CAF), iniciativa de uma parceria público-privada com os objetivos principais de organizar e uniformizar o conhecimento gerado pela pesquisa e disseminar informações de monitoramento da dispersão da doença em território nacional. O CAF tem como principal veículo de informação e comunicação o site do consórcio (<http://www.consorcioantiferrugem.net>) onde os laboratórios credenciados atualizam informações sobre focos da doença em todas as regiões produtoras do Brasil no decorrer de uma safra. No sistema são registrados, e apresentados em um mapa do Brasil, o município de ocorrência, a data da detecção, o estágio fenológico da cultura e o tipo de área (unidade de alerta, campo comercial, kudzu, área irrigada, soja voluntária ou ensaio). Dessa forma, com pequenas modificações na metodologia de registro desde a safra 2004/05, as epidemias da ferrugem da soja vêm sendo monitoradas e a dispersão da doença apresentada em tempo real e de forma dinâmica no site do consórcio, qualificando-o como a principal fonte de dados para o registro de ocorrências e da dispersão da doença no Brasil em macro escala. Esforços semelhantes no monitoramento da dispersão da doença são adotados nos EUA onde uma rede integrada também monitora a dispersão da doença, a qual associada com informações de modelagem espaço-temporal das epidemias tem permitido a geração de alertas de risco que levam a racionalização no uso das aplicações de fungicidas e, conseqüentemente, economia de recursos financeiros aos produtores.

A análise do grande volume de dados levantados pelo CAF pode fornecer importante informação acerca dos padrões de dispersão da doença no Brasil, a qual pode ser de utilidade no conhecimento da epidemiologia da doença em larga escala, bem como na avaliação do efeito de medidas adotadas para reduzir o impacto da doença, como por exemplo, a adoção do vazio sanitário. Uma sumarização da dispersão das epidemias em quatro safras no Brasil é o objetivo principal deste trabalho.

---

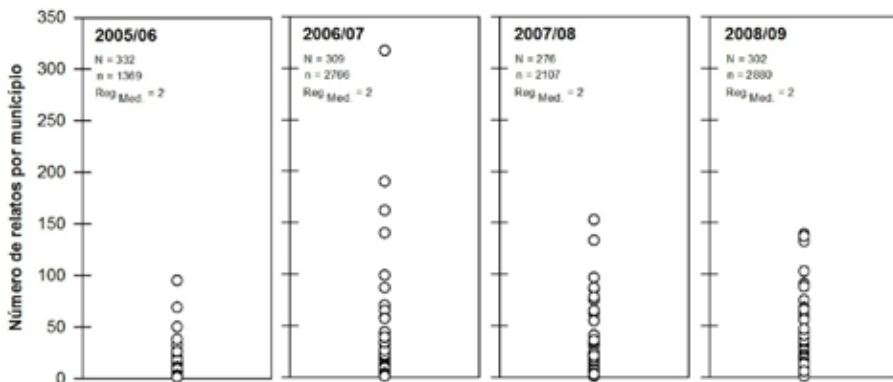
<sup>1</sup>Laboratório de Epidemiologia de Plantas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, RS, email: [emerson.delponte@ufrgs.br](mailto:emerson.delponte@ufrgs.br)

<sup>2</sup>Bolsista CNPq

<sup>3</sup>Embrapa Soja, Caixa Postal 231, 86001-970, Londrina, PR

**Número de focos por safra.** Para todas as análises descritivas utilizou-se como fonte o banco de dados do CAF. Nas safras 2005/06 a 2008/09 foram registrados, respectivamente, 1369; 2766; 2107 e 2880 relatos de ocorrência da ferrugem. Embora se observe um incremento no número de relatos ao longo dos anos, não se pode afirmar que a severidade das epidemias está relacionada ao número de focos, uma vez que é observada apenas a presença da doença nas lavouras. Para ilustrar, na safra 2006/07, quando foram registradas as maiores perdas em produtividade ocasionadas pela ferrugem em função da mais alta severidade da doença, o número de relatos de focos foi inferior ao observado em 2008/09, quando, segundo informações regionais, o ataque da doença não foi tão severo quanto àquele ano.

O número de municípios com relatos foi variável entre as safras, tendo o máximo na safra 2005/06, com 332 municípios, seguida pelas safras 2006/07 (309 municípios), 2008/09 (302) e 2007/08 (276) (Figura 1). A partir da safra 2005/06 foi possível registrar relatos múltiplos para um mesmo município. Apesar de algumas distorções, em 50% dos municípios onde foi observada a doença, foram registrados até dois relatos, indiferente à safra. Na safra 2006/07 houve as maiores disparidades quanto ao número de registros, havendo o caso de um único município serem relatados 330 focos (Figura 1). Embora a informação de relatos múltiplos seja importante para o acompanhamento do aumento do número de registros em uma localidade ao longo do tempo em uma safra, não tem tanta utilidade na tomada de decisão, uma vez que as primeiras detecções devem ser consideradas como alerta da presença do fungo, informação que deve ser combinada com outros fatores de risco como as condições climáticas e as situações locais do manejo da lavoura.

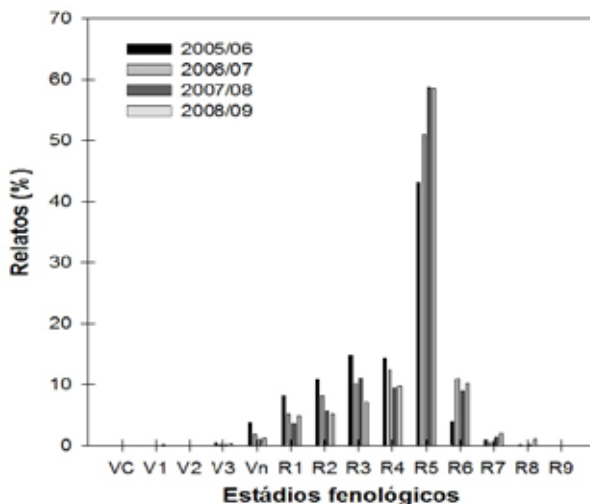


**Figura 1.** Sumário de relatos da ferrugem sendo N = número de municípios com relatos da doença; n = número total de relatos e Reg<sub>med</sub> = mediana do número de registros por município.

**Número de focos x estágio da cultura.** Indiferente à safra, a ferrugem foi detectada principalmente na fase reprodutiva da cultura (Figura 2). Menos de 5% dos relatos em campos comerciais são descritos durante a fase vegetativa e 53% dos focos são observados em R5. Após R5 o número de relatos decresce, com incremento inferior a 7% nos estádios finais de formação dos grãos.

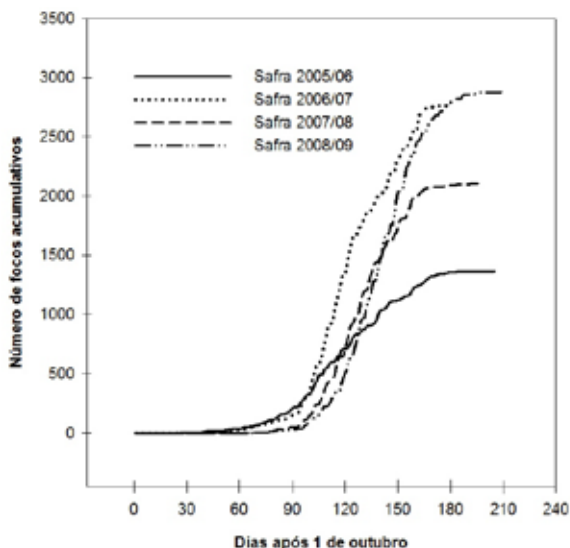
A ocorrência predominante da ferrugem asiática na fase reprodutiva está associada, entre outros fatores, às características do dossel da lavoura, onde a partir de Vn ocorre um rápido crescimento da área foliar concomitantemente à senescência das folhas basais o que pode i) favorecer a sobrevivência do inóculo nas porções basais da planta, pela redução à exposição aos fatores externos, como luminosidade e radiação UV, ii) manutenção de microclima favorável ao desenvolvimento da doença e, iii) redução na deposição de agrotóxicos.

O conhecimento do dano potencial à cultura durante as fases de desenvolvimento e formação dos grãos, além do histórico de ocorrência da doença durante a fase reprodutiva, determinam o posicionamento antecipado das aplicações com fungicidas, racionalizando o retorno das aplicações pela maior eficiência dos fungicidas na ausência da doença. A relação entre danos versus momento de ocorrência da doença também pode explicar a intensificação do monitoramento, justificando a redução no número de relatos nos estádios avançados do desenvolvimento da cultura (R8, R9).



**Figura 2.** Relatos de ferrugem asiática da soja durante as fases de desenvolvimento da cultura. Safra 2005/06 - 2008/09.

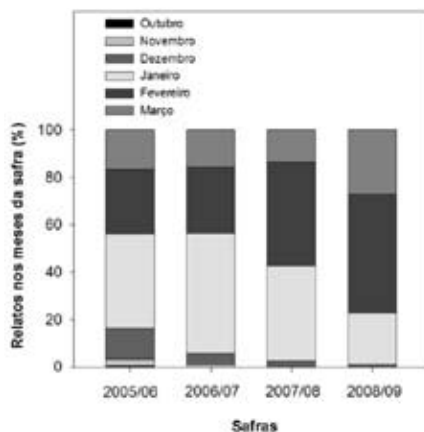
**Progresso temporal do número de relatos.** A doença não foi observada antes do mês de outubro nas safras monitoradas, seja em campo comercial ou em unidades de alerta. O progresso do número de relatos da doença apresenta um padrão sigmóide com uma fase logarítmica e outra estacionária quando aproxima do fim da estação de cultivo. A taxa de incremento máximo, indiferente à safra, foi observada entre os meses de janeiro e março (90 a 150 dias após 1º de outubro), período que pode ser definido como crítico no desenvolvimento das epidemias sendo responsável pela diferenciação do número final de focos relatados no ciclo (Figura 3).



**Figura 3.** Número acumulado de focos de ferrugem asiática da soja cadastrados no site do Consórcio Antiferrugem. Safras 2005/06 a 2008/09.

Assume-se que as curvas de crescimento representam matematicamente processos biológicos envolvidos no progresso temporal da doença, sugerindo que i) o tempo de início das epidemias é determinado pela disponibilidade de inóculo e ii) nas fases finais ocorre a redução da taxa de relatos em função da disponibilidade de hospedeiros assintomáticos. Apesar do segundo ponto ser válido, deve ser considerado que o histórico das epidemias não confirma a redução drástica de plantas assintomáticas e sim que, no fim do ciclo existe uma menor preocupação por parte dos técnicos em registrar a ocorrência da ferrugem da soja nas lavouras o que desfavorece o monitoramento e, por conseguinte diminui o número de registros dos focos no site do consórcio.

A partir da safra 2006/07 se observa um retardo na data de detecção e na taxa de registro dos primeiros relatos da doença no país (Figura 4). O número de focos da ferrugem relatados nos meses de novembro e dezembro foram progressivamente reduzidos fazendo com que a maior proporção de focos fosse relatada em fevereiro, principalmente na safra 2007/08.



**Figura 4.** Relatos mensais de focos da ferrugem asiática em lavouras comerciais no Brasil. Safras 2005/06 a 2008/09.

O retardo no início das epidemias regionais pode estar relacionado à redução da quantidade de inóculo inicial na safra sob influência do clima ou outros fatores. Dentre as medidas adotadas pelas agências governamentais para reduzir o impacto da ferrugem asiática da soja destaca-se o vazio sanitário, adotado pela primeira vez em 2006 em três estados, o que pode ter contribuído para a redução do inóculo primário devido à interrupção do ciclo do patógeno na entressafra. Tal fato implica diretamente no manejo da doença, uma vez que as aplicações podem ser retardadas diminuindo assim o número de aplicações e, por consequente, o custo para o controle da doença.

O nítido retardo no início das epidemias nas duas últimas safras, com redução do número de relatos nos meses de início da safra como valores relativos ao total de focos registrados, também pode ser observado quanto ao momento da detecção do primeiro relato (Tabela 1). Comparando as safras 2005/06 e 2008/09, quando se considera o limiar de 5% dos relatos registrados, houve um retardo de 28 dias sendo esse valor progressivamente menor à medida que os limiares avançaram, com diferença de 16 dias para atingir 50% dos relatos (Tabela 1). A safra 2006/07, na qual foram relatados danos significativos às lavouras devido à ocorrência da ferrugem, o número de relatos foi incrementado em 100% em apenas três dias (5% a 10% dos relatos).



**Tabela 1.** Data de detecção dos primeiros focos de ferrugem asiática e progresso das epidemias em lavouras comerciais. Safras 2005/06 – 2008/09.

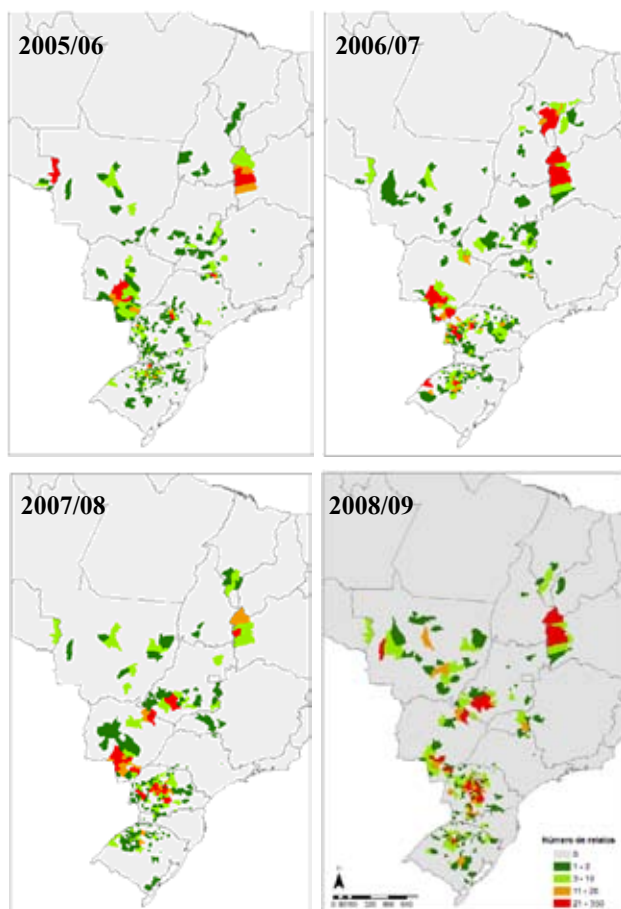
Safras	Data da 1ª detecção <sup>x</sup>	Tempo em dias após 1º de outubro para atingir os limiares da proporção de focos relatados na safra <sup>y</sup>			
		5%	10%	15%	50%
2005/06	18/10	78	89	103	123
2006/07	10/11	94	97	107	123
2007/08	07/12	97	107	109	130
2008/09	08/12	106	113	119	139

<sup>x</sup> Registro no site do Consórcio Antiferrugem relativos a campos comerciais (lavouras).

<sup>y</sup> Percentuais relativos ao acumulativo de focos relatados em campos comerciais.

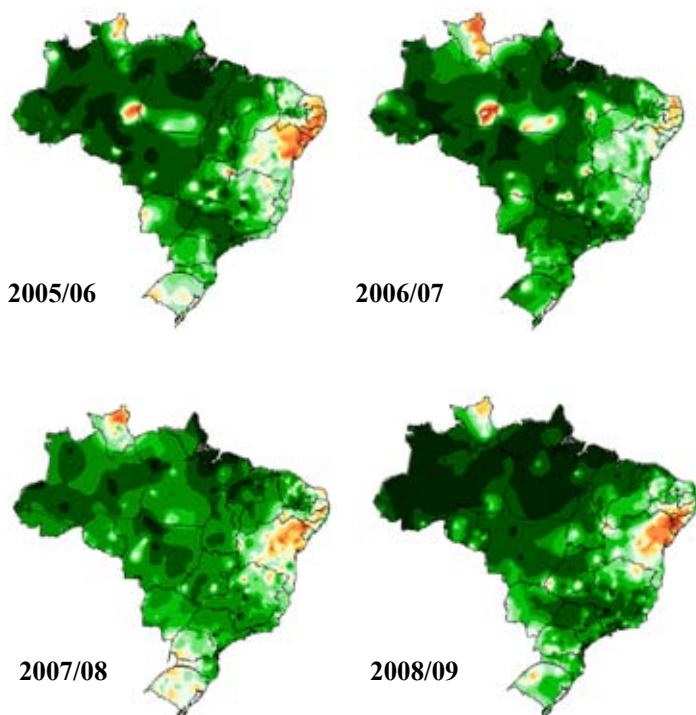
O principal diferencial entre as safras quanto ao progresso temporal e espacial das epidemias ocorreu nas fases iniciais das epidemias, ratificando a importância da redução do inóculo inicial. Assim, a taxa de progresso do número de relatos nas fases iniciais das epidemias pode ser uma variável a ser utilizada em estudos de epidemiologia quantitativa, devendo ser explorado como forma de identificar os elementos que influenciam na dinâmica temporal da doença em larga escala, possivelmente sob forte influência das condições de clima na safra e das medidas de manejo adotadas em larga escala.

**Padrão espacial das epidemias.** As epidemias de ferrugem apresentaram variação espacial entre as safras, não somente nos locais de ocorrência dos focos, mas também com relação à intensidade das epidemias (aqui relacionadas aos números de focos por município) (Figura 5). Os relatos da doença prevalecem nas regiões do noroeste do Rio Grande do Sul e do Paraná, sudoeste do Mato Grosso do Sul e de Goiás, além do noroeste da Bahia, mostrando clara relação com as principais regiões produtoras de soja do país. Na safra 2008/09 no Estado do Mato Grosso houve maior dispersão da doença, quando comparada às demais safras, com um número maior de municípios com relatos da doença e também de focos por município. Esse fato pode estar relacionado ao maior esforço em registrar os focos pelos técnicos da região. Os Estados da Bahia e do Rio Grande do Sul destacam-se quanto à dinâmica espacial da doença, pelo comportamento distinto entre as safras, quanto à localização dos focos e à intensidade das epidemias (Figura 5). No Rio Grande do Sul, na safra 2008/09, houve mudança de perfil na localização dos focos, com relatos da doença, principalmente na região centro-sul do Estado. A intensidade das epidemias na Bahia, considerando os relatos no site do CAF, apresentou comportamento errático quanto à intensidade, com maiores valores registrados nas safras de 2006/07 e 2008/09 (Figura 5).



**Figura 5.** Localização (municípios) dos focos da ferrugem asiática da soja em quatro safras relatados no site do Consórcio Antiferrugem. Na elaboração dos mapas, as classes de número de focos foram definidas de tal forma que casos com até 20 registros por município fossem discriminados com maior rigor e, uma classe com alta faixa de intervalo (21 a 350 focos) para reduzir o efeito de relatos redundantes num mesmo município.

A distribuição espacial dos focos relatados e a intensidade das epidemias estão associadas com a distribuição e o volume das chuvas (Figura 6). Nos Estados do Rio Grande do Sul e da Bahia nota-se, maiores precipitações no sul do Rio Grande do Sul e no noroeste da Bahia na safra 2008/09 mostrando relação com a dispersão e a intensidade das epidemias.



**Figura 6.** Mapas de chuva para as quatro safras descritas no estudo, com chuva total entre os meses de janeiro e março dos respectivos anos agrícolas. Fonte: CPTEC.

**Considerações finais.** O banco de dados do site do Consórcio Antiferrugem pode ser utilizado para traçar padrões gerais das epidemias da ferrugem asiática no Brasil além de, considerando as restrições metodológicas, determinar o efeito das variáveis ambientais e práticas de controle sobre a dinâmica espaço-temporal das epidemias. A manutenção da rede de registro, composta pelos laboratórios credenciados e da metodologia para o relato dos focos permitirá, com séries históricas mais longas, melhor entendimento das epidemias da ferrugem asiática no país assim como de particularidades regionais, auxiliando técnicos e produtores no manejo da doença.

## Referências

CHISTIANO, R.S.C; SCHERM, H. Quantitative aspects of the spread of asian soybean rust in the Southeastern United States, 2005 to 2006. **Phytopathology**, v. 97, p.1428-1433, 2007.

DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; LI, X.; YANG, X. B. Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. **Phytopathology**, v. 96, p. 797-803, 2006.

DEL PONTE, E.M.; ESKER, P.D. Meteorological factors and Asian soybean rust epidemics - a systems approach and implications for risk assessment. **Science Agricola**, v. 65, p. 88-97, 2008.

GODOY, C.V.; FLAUSINO, A.M.; SANTOS, L.C.M.; DEL PONTE, E.M. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. **Tropical Plant Pathology**, v.34, p. 56-61, 2009.

ISARD, S.A.; RUSSO, J.M.; ARIATTI, A. The integrated aerobiology modeling system applied to the spread of soybean rust into the Ohio River valley during September 2006. **Aerobiology**, v. 23, p. 271-282, 2007.

MARGARET, L.M.; GARRET, K.A.; HUTCHINSON, J.M.S.; WITH, K.A. Connectivity of the american agricultural landscape: assessing the national risk of crop pest and disease spread. **BioScience**, v. 59, p.141-151, 2009.

MUELLER, T.A.; MILES, M.R.; MOREL, W.; MAROIS, J.J.; WRIGHT, D.L.; KEMERAIT, R.C.; LEVY, C.; HARTMAN, G.L. Effect of fungicide and timing of application on soybean rust severity and yield. **Plant Disease**, v.93, p.243-248, 2009.

ROBERTS, M.J.; SCHIMMELPFENNING, D.; LIVINGSTON, M.J.; ASHLEY, E. Estimating the value of an early-warning system. **Review of Agricultural Economics**, v.31, p. 303-329, 2009.

SCHERM, H.; CHRISTIANO, R.S.C.; ESKER, P.D.; DEL PONTE, E.M.; GODOY, C.V. Quantitative review of fungicide efficacy trials for managing soybean rust in Brazil. **Crop Protection**, v. 28, p.774-782, 2009.

TAO, Z.; MALVICK, D.; CLAYBROOKE, R.; FLOYD, C.; BERNACCHI, C.J.; SPODEN, G.; KURLE, J.; GAY, D.; BOWERSOX, V.; KRUPA, S. Predicting the risk of soybean rust in Minnesota based on an integrated atmospheric model. **International Journal of Biometereology**, 2009. DOI 10.1007/s00484-009-0239.



## **Relato da situação da ferrugem e do vazio sanitário no Estado de São Paulo, na safra 2008/09**

Silvânia Helena Furlan<sup>1</sup> & Cristiano Geller<sup>2</sup>

### **Área cultivada e produtividade**

O Estado de São Paulo embora não seja um grande produtor de soja, quando comparado a outros Estados produtores, teve uma área plantada significativa, de aproximadamente 470.000 ha durante a safra 2008/09.

Muito embora a cana de açúcar e as indústrias de álcool tenham se expandido em ritmo crescente, a área de soja não perdeu espaço no período de 2002 a 2008, ao contrário, crescendo em torno de 5,3% no último período, segundo o IEA (2009). Assis representa uma das principais regiões, com ocupação de 12.700 ha nesta última safra, embora tenha apresentado produção inferior às anteriores recentes, em função do clima seco durante a fase inicial da cultura principalmente. Com isso, o rendimento da cultura na maior região produtora do Estado foi baixo, em torno de 1980 kg ha<sup>-1</sup>.

A região de Orlândia, que ocupa o segundo lugar em área de cultivo de soja, apresentou produtividade em torno de 2680 kg ha<sup>-1</sup>.

Mesmo com a contínua expansão da cana de açúcar, de acordo com o levantamento realizado pelo IEA, a área plantada apresentou ganho positivo, porém houve redução no rendimento de 10,3% pelo problema principal do clima, com consequente perda na produção com uma variação percentual negativa de 5,6% em relação à safra 2007/08.

As áreas (ha) e a produção (sacas) dos principais municípios produtores do Estado de São Paulo podem ser observadas na Tabela 1, e na Figura 1, indicando as maiores áreas no sudoeste e no norte (CATI, 2009).

---

<sup>1</sup> Eng. Agr. Dra., Pesquisadora do Instituto Biológico- APTA, silvania@biologico.sp.gov.br

<sup>2</sup> Eng. Agr., CATI EDR Assis, edr.assis@cati.sp.gov.br

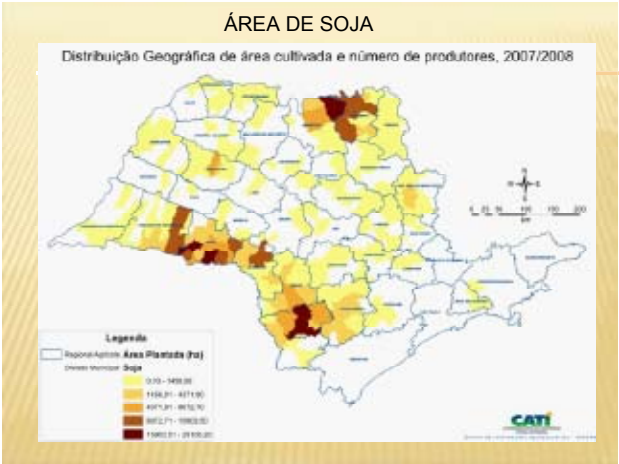


Figura 1. Principais áreas produtoras do Estado de São Paulo.

Tabela 1. Rendimento (kg ha<sup>-1</sup>), Área (ha) e produção (sacas de 60 kg) de soja das principais regiões do Estado de São Paulo, safra 2008/09. Fonte: IEA, 2009.

Região	kg ha <sup>-1</sup>	Área (ha)	Produção (sc)
Assis	1980	127.000	4.187.950
Orlândia	2682	68.560	3.065.010
Itapeva	2770	57.120	2.636.660
Barretos	2640	42.633	1.873.924
Presidente Prudente	2290	33.320	1.272.200
Ourinhos	2040	30.235	1.209.750
Estado	2461	470.093	19.286.196

Situação da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e do vazio sanitário, safra 2008/09

As primeiras ocorrências da ferrugem foram registradas no período de 15 a 20 de janeiro de 2009. Os meses de novembro e de dezembro foram mais secos especialmente em Assis e Ourinhos.

O Estado de São Paulo, através da Resolução SAA nº 9, de 15 de março de 2007, implantou o vazio sanitário por 90 dias, a exemplo de Mato Grosso e Goiás, com o objetivo de reduzir o potencial de inóculo do fungo, evitando a ponte verde, especialmente naquelas regiões irrigadas por pivô central

como a região de Guairá, onde se realiza a safrinha de soja, o que permite a multiplicação dos uredosporos de *P. pachyrhizi* no período de inverno. O vazio sanitário da ferrugem asiática no nosso Estado de São Paulo compreende o período de 01 de julho até 30 de setembro, quando não se deve semear a soja. Preconiza-se também eliminar as plantas voluntárias ou guaxas. Os efeitos do vazio sanitário no Estado só poderão ser avaliados na próxima safra.

Com as estratégias de divulgação e o trabalho da fiscalização do vazio sanitário estima-se que a sua adoção foi de quase 100%. Aliado ao monitoramento e ao controle adequado da doença, os prejuízos estimados foram minimizados, com custos aos produtores relativos somente aos gastos com a aplicação e com os fungicidas. Ressalta-se que embora o vazio sanitário tenha contribuído fortemente para a redução do inóculo inicial, o clima seco em algumas importantes áreas produtoras do Estado, na safra de 2008/09, fez com que a evolução dos sintomas fosse lenta.

Portanto, as reduções no rendimento nessa última safra foram devidas mais à falta de chuvas do que à ocorrência da ferrugem.

### **Controle químico da doença**

Nessa última safra, as aplicações dos fungicidas foram efetuadas a partir dos estádios reprodutivos (R1/R2), na sua maioria, variando de 1 a 3 pulverizações (média 2,0), de acordo com a região e suas condições de clima, sendo que em Assis a média foi de 1,5 e em Orlândia foi de 3,0. Esse fato foi relacionado diretamente às ocorrências de precipitações, desde a fase vegetativa até o florescimento e a frutificação.

Em geral foram utilizadas duas aplicações, sendo a primeira de mistura (triazol+estrobilurina) e a segunda de triazol, o qual ainda tem se mostrado eficiente no Estado de São Paulo.

Estima-se que o custo médio da aplicação + fungicida foi de R\$ 47,77 por ha por aplicação visando o controle da ferrugem.

Outras doenças ocorreram na cultura, destacando-se a antracnose (*Colletotrichum truncatum*), principalmente na região de Assis na cultivar CD 226, fato que também contribuiu para a queda de produtividade. A ocorrência da antracnose levou vários produtores a utilizar uma mistura tríplice em uma das aplicações, com maior frequência na primeira, empregando fungicida do grupo dos benzimidazóis (carbendazim ou tiofanato metílico).

O mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) ocorreu em menor área do Estado de São Paulo devido ao clima mais seco, porém o uso de benzimidazóis foi intensificado na safra em decorrência do aumento de importância dessa doença na cultura da soja, disseminando-se amplamente em vários Estados e regiões produtoras.



**Referências**

CATI. Disponível em: < <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/mapaculturas/Soja.php> > . Acesso em: 03 jul. 2009.

IEA. Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/previsão/prev-0409b.pdf> >. Acesso em: 02 jul. 2009.

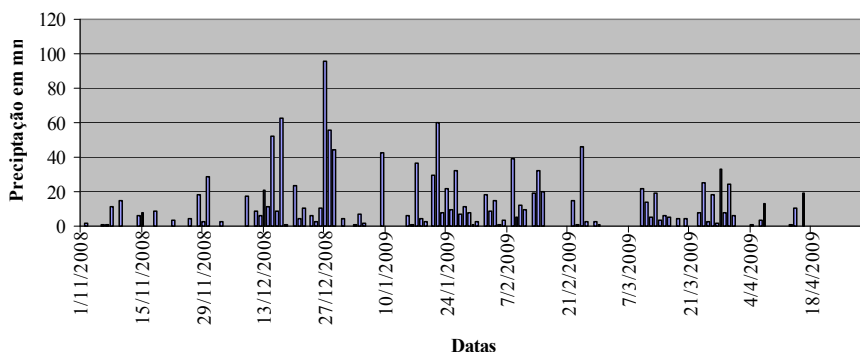
## Relato da situação da ferrugem e do vazio sanitário no Estado de Minas Gerais, na safra 2008/09

Dulândula Silva Miguel Wruck<sup>1</sup>

Na safra de 2008/2009, na Região de Uberaba, ocorreu falta de chuva de novembro a meados de dezembro, obrigando muitos produtores a realizar replantio.

O primeiro relato de ferrugem em Uberaba ocorreu em 18/12/2008, diferentemente da safra anterior, em que o primeiro foco foi confirmado em janeiro de 2008. Foram realizadas em média de 4 a 5 pulverizações na região de Uberaba, mas com relatos de até 7 pulverizações em alguns casos, devido, provavelmente a alta frequência de chuvas a partir de meados de dezembro (Figura 1). Aqueles produtores que utilizaram triazóis realizaram em torno de 5 pulverizações. Em parte dos casos, esse produto foi utilizado na primeira aplicação, fechando o custo entre 2 a 3 sacas por pulverização (saca = R\$ 42,00). De maneira geral, as pulverizações foram preventivas, iniciando-se em V8 (CAT Uberaba, 2009). Na região de Uberlândia a média de pulverizações ficou entre 2 a 3, porém aqueles produtores que utilizaram triazol, o fizeram na última pulverização (CAT Uberlândia, 2009).

**Média de Chuva em mm na Safra 2008/2009**



**Figura 1.** Dados diários de precipitação (mm) no período de novembro a abril. Convênio EPAMIG/INMET, Uberaba-MG, safra 2008/2009.

<sup>1</sup> Eng. Agr., Dra., Epamig, Uberaba, MG, dmiguel@epamiguberaba.com.br

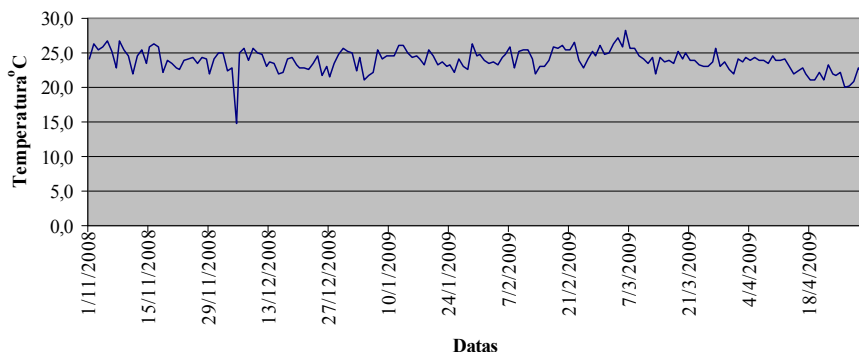
A alta incidência de ferrugem ocorreu a partir de meados de janeiro de 2009, coincidindo com as lavouras em seu máximo desenvolvimento de área foliar, isso pode ter propiciado o melhor desenvolvimento da doença, exigindo maior número de pulverizações.

O vazio sanitário realizado em 2008 teve grande adesão e o Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) realizou 88 vistorias com apenas uma multa. Neste ano de 2009 o IMA relatou que há muita soja voluntária no campo. No ano passado (24/03/2008), a grande maioria dos produtores, já havia aplicado herbicida para controle de soja voluntária nessa mesma época. O vazio sanitário será implantado novamente este ano em Minas Gerais e o IMA continuará a ser o órgão responsável pela fiscalização, porém o mesmo está enfrentando problemas devido a falta de pessoal.

Na safra 2008/09, a produção de soja do Estado de Minas Gerais, segundo o levantamento realizado pela EMATER-MG, foi de 2.556.854 T, com uma área plantada de 885.316 ha e produtividade média de 2.587 kg ha<sup>-1</sup>.

Na Figura 2, a variação de temperatura de novembro a abril.

**Temperatura Média da Safra 2008/2009**



**Figura 2.** Dados diários de temperatura (°C) no período de novembro a abril. Convênio EPAMIG/INMET, Uberaba-MG, safra 2008/2009.

## Referências<sup>123</sup>

LEVANTAMENTO de safra 2008/2009. S.I.: EMATER, 2009.

<sup>1</sup> Relato pessoal de Marcos Rodrigues Teixeira, Clube Amigos da Terra de Uberaba, 2009.

<sup>2</sup> Relato pessoal de Ademar Maximiano da Silva Junior, Clube Amigos da Terra de Uberlândia, 2009

<sup>3</sup> Relato pessoal de Edésio Oliveira de Figueiredo, Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA, 2009

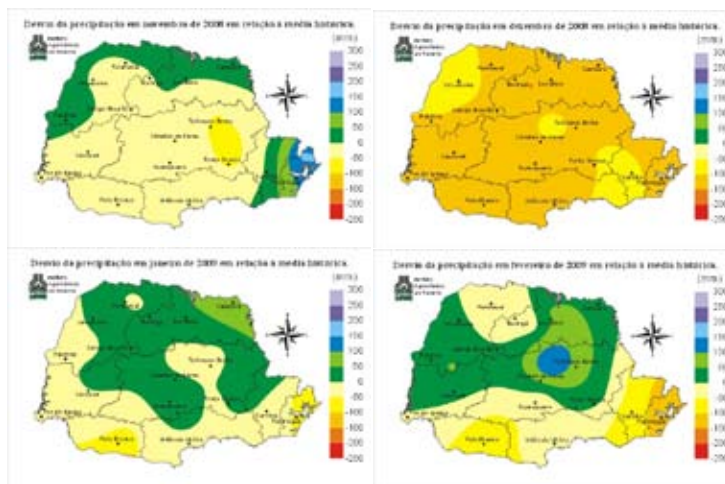
### Relato da situação da ferrugem e do vazio sanitário no Estado do Paraná, na safra 2008/09

Rafael Moreira Soares<sup>1</sup>, Cláudia Vieira Godoy<sup>1</sup>, Claudine Dinali Santos Seixas<sup>1</sup>, Álvaro Manuel Rodrigues Almeida<sup>1</sup>, Lineu Alberto Domit<sup>1</sup>

O presente relato tem como objetivo descrever a situação das lavouras de soja no Estado do Paraná durante a safra 2008/2009, enfatizando os aspectos referentes à ocorrência da ferrugem asiática.

A área de soja semeada no Paraná na safra 2008/2009 alcançou 4.069,2 mil hectares, segundo dados da Conab ([www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)). A previsão de produtividade em novembro de 2008 era de 2.990 kg ha<sup>-1</sup>, mas a estimativa de produtividade consolidada no nono levantamento da Conab, publicado em junho de 2009, foi de 2.337 kg ha<sup>-1</sup>. Isso representou uma redução de 22%.

As reduções de produtividade no Estado podem ser atribuídas, em grande parte, às adversidades climáticas como a estiagem entre novembro e dezembro, que prejudicaram, principalmente, as cultivares precoces, no oeste do Paraná. Nos mapas da Figura 1, pode-se observar que as precipitações nos meses de novembro e dezembro ficaram abaixo da média histórica na maioria das regiões, sendo que em dezembro a redução foi mais drástica. Em janeiro e fevereiro as precipitações ocorreram mais dentro da normalidade, mas ainda abaixo da média em alguns locais.

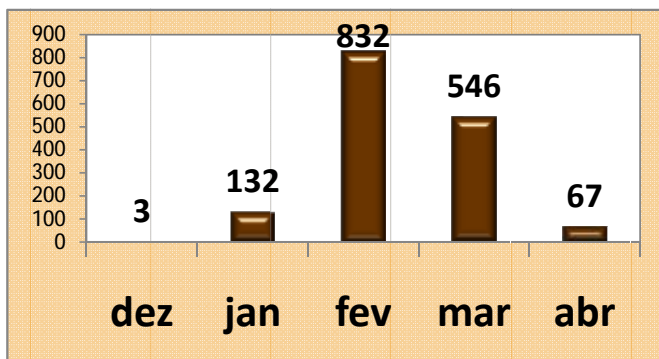


**Figura 1.** Desvio da precipitação em relação à média histórica, de novembro de 2008 a fevereiro de 2009, no Paraná. Fonte: IAPAR, 2009.

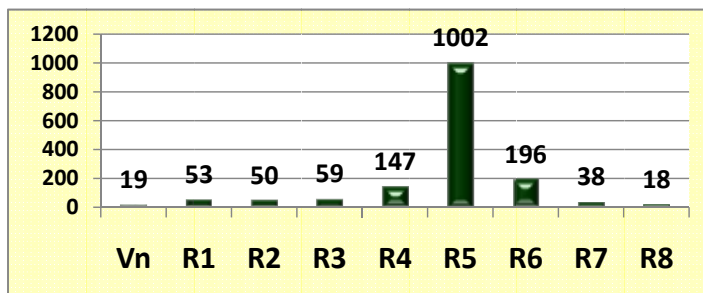
<sup>1</sup> Embrapa Soja, Cx. Postal 231, CEP 86001-970. E-mail: [rafael@cnpso.embrapa.br](mailto:rafael@cnpso.embrapa.br)

As perdas devido à ferrugem no Paraná foram estimadas em 4,7% (140,5 kg ha<sup>-1</sup>), sendo atribuídas a atrasos no momento de aplicação de fungicidas e/ou a deficiência da tecnologia de aplicação. Casos de aplicações desnecessárias nos cultivos precoces que estavam sob estiagem, também foram constatados. A maioria dos produtos aplicados foram misturas comerciais de fungicidas, triazol com estrobilurina. A média do número de aplicações ficou em 1,87 e o custo da aplicação em R\$ 52,2 ha<sup>-1</sup>. Esses números foram obtidos através da média ponderada (pelo tamanho da área cultivada em cada local) de informações de diversas cooperativas, de produtores de sementes e da Emater, abrangendo uma área de 2.536,5 mil ha, que equivalem a 62% da área total semeada no Estado.

O primeiro cadastro de ocorrência de ferrugem no Paraná, na safra 2008/09, em lavoura comercial, ocorreu em 12 de dezembro de 2008, sendo relatados somente três focos durante o mês de dezembro. Em 2007/08, o primeiro relato ocorreu em 6 de dezembro de 2007 mas houve atraso generalizado nos plantios devido a estiagem o que, consequentemente, atrasou a ocorrência da ferrugem. Em 2006/07, onde o plantio ocorreu na época normal, o primeiro relato ocorreu em 14 de novembro de 2006. A partir do final de janeiro, com a regularização das chuvas e a colheita das primeiras lavouras, o número de focos aumentou consideravelmente (Figura 2) devido às condições climáticas favoráveis e à multiplicação do fungo nas áreas em fase de colheita. O estágio de desenvolvimento da cultura onde a maioria das ocorrências foi constatada foi o R5 (início do enchimento de grão) e 1,2% foram no estágio vegetativo (Figura 3).



**Figura 2.** Ocorrência de ferrugem da soja por mês no Paraná, na safra 2008/2009.  
Fonte: Consórcio Antiferrugem, 2009.



**Figura 3.** Ocorrência de ferrugem da soja por estágio de desenvolvimento das plantas no Paraná, na safra 2008/2009. Fonte: Consórcio Antiferrugem, 2009.

A adoção do vazio sanitário pode ter colaborado para o atraso das ocorrências. O ano de 2008 foi o primeiro de adoção dessa medida no Paraná. A Secretaria de Estado de Agricultura e Abastecimento (SEAB), através do Departamento de Fiscalização e Defesa Agropecuária (DEFIS) e a Divisão de Defesa Sanitária Vegetal (DDSV), fiscalizou a execução do vazio sanitário, divulgando os resultados mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Atividades de fiscalização do vazio sanitário realizadas em 2008 no Paraná. Fonte: SEAB, 2008.

Período	Termo de Fiscalização (Notificações)*	Área (ha)	Auto de Infração (Autuações)**	Área (ha)
Até 15/06/08	63	4446	04	271,50
15/06 a 15/07/08	13	116,52	07	149,86
15/07 a 15/08/08	0	0	12	931,05 e ferrovia
15/08 a 15/09/08	0	0	27	589,61 e rodovia
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>4562,52</b>	<b>50</b>	<b>1942,02</b>

\* Núcleos Regionais onde foram feitas **Notificações**: Apucarana, Campo Mourão, Cascavel, Cornélio Procopio, Curitiba, Francisco Beltrão, Ivaipora, Londrina, Toledo, Umuarama, União da Vitória.\*\*Núcleos Regionais onde foram feitas **Autuações**: Apucarana, Campo Mourão, Cascavel, Iriti, Ivaiporã, Londrina, Maringá, Pato Branco, Ponta Grossa, Toledo, Umuarama e União da Vitória.

Embora os números do Consórcio Antiferrugem (CAF) mostrem o Paraná como o Estado com o maior número de focos no País (1582 num total de 2884), a situação da ferrugem no Estado foi bastante tranquila para os produtores na safra 2008/09. O número de focos cadastrados no site do CAF ([www.consorcioantiferrugem.net](http://www.consorcioantiferrugem.net)), nos estados do sul do País, deve ser olhado com cautela, pois Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina possuem 77 laboratórios autorizados a cadastrar focos num total de 135 laboratórios no País. Essa maior rede de laboratórios é devido à associação com as cooperativas e aos programas de empresas privadas como o SOS Bayer e Mini Lab Basf. O maior número de focos não indica necessariamente a ocorrência de epidemia.

A ferrugem foi controlada de forma eficiente com a utilização de fungicidas, da mesma forma que outras doenças como o oídio e as doenças de final de ciclo. O mofo branco, causado por *Sclerotinia sclerotiorum*, causou maiores perdas nos locais onde ocorreu do que a ferrugem, mas seu aparecimento foi limitado a regiões de altitudes acima de 700-800m. A podridão de carvão, causada por *Macrophomina phaseolina*, também causou perdas em alguns locais.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos parceiros que enviaram as informações utilizadas nesse relato: Coamo, Cocamar, Cooperativa Bom Jesus, Cooperativa Castrolanda, Cooperativa Mista, Coopavel, Coopermibra, Copagril, Copercampos, Corol, C-Vale, Cooperativa Integrada, Agrícola Estrela Ltda., Lavoura Ind. Com. S.A., Sementes Guerra S.A., Sementes Paraná, CATI, Emater-PR e SEAB.

## **Levantamento de perdas causadas pela ferrugem da soja no Rio Grande do Sul, na safra 2008/09**

Leila Maria Costamilan<sup>1</sup> & Paulo Ernani Peres Ferreira<sup>2</sup>

Neste levantamento, a área abrangida pelas cooperativas consultadas somou 1.815.000 hectares, ou 47% da área total de soja do RS na safra 2008/09, estimada em 3.822.500,00 hectares (Conab..., 2009).

Em aproximadamente 1% da área, não foram usados fungicidas, em 16% dessa área, foi realizada uma operação de aplicação de fungicida; em 71% da área, duas aplicações e, em 12% dessa área, três aplicações, para o controle da doença. O número médio ponderado de aplicações, na área amostrada, foi de 1,94 aplicações por hectare, superior ao valor de 1,85 aplicações por hectare, constatado na safra anterior.

O principal critério para identificar o momento de realizar aplicação de fungicida foi o estágio de desenvolvimento da soja em 66% dos casos, sendo o estágio R1, que representa o início do florescimento, o ponto de referência para a primeira aplicação. Nos demais 34% dos casos, houve um sistema misto, no qual técnicos e agricultores realizavam monitoramento até o estágio R1 e, após, aplicavam sequencialmente o fungicida. Em todos os casos, as demais aplicações basearam-se no efeito residual dos fungicidas.

Na primeira aplicação, os grupos químicos dos fungicidas usados foram mistura de triazol e estrobilurina (84%), ou triazol (16%). Na segunda aplicação, novamente a mistura triazol e estrobilurina predominou (84%), seguida por mistura de triazol e benzimidazol (8%) ou triazol (8%).

O método preferencial de aplicação de fungicidas foi terrestre (93% das vezes), contra 7% com aplicação aérea.

Consultadas sobre possíveis reduções de rendimento de grãos nesta safra, devidas à ferrugem, as entidades citaram perdas médias inferiores a uma saca de 60 kg de soja por hectare.

Com esses dados, foi possível estimar o custo da ferrugem da soja para o Rio Grande do Sul, através da análise de dois fatores principais: gastos com aplicação de fungicida e perdas associadas à doença.

Assim, considerando-se perda de 935.000 sacas de soja (uma saca em 625.000 hectares + 0,5 saca em 620.000 hectares, de acordo com o relatado no levantamento), ao custo de US\$ 13.00 a saca (preço histórico), e

<sup>1</sup> Eng. Agr., Pesquisador da Embrapa Trigo, Cx.P. 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: leila@cnpt.embrapa.br;

<sup>2</sup> Eng. Agr., Difusor de Tecnologia, Embrapa Trigo. E-mail: ferreira@cnpt.embrapa.br



considerando-se 1,94 aplicações por hectare, ao custo médio de R\$ 109,22/ha, tem-se um total de US\$ 101,516,820.00 na área pesquisada, que representa 47% da área de soja estimada no RS para 2008/09. Extrapolando-se esses valores para a área total de soja no RS em 2008/09, as perdas econômicas envolvidas com essa doença podem chegar a valores próximos a US\$ 216 milhões. Tomando-se o valor da saca de soja em junho de 2009, em Passo Fundo (US\$ 21.65), o valor pode chegar a 233 milhões de dólares.

Entretanto, a estiagem que ocorreu principalmente no final do ciclo da cultura foi o principal fator redutor de produtividade de grãos de soja para as cooperativas consultadas, diminuindo a expectativa média inicial de 2.815 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 2.100 e 3.300) para a média final de 2.210 kg ha<sup>-1</sup> (variando entre 1.800 e 2.880), representando uma redução média de 605 kg ha<sup>-1</sup>, ou de 21,5%,

A entidade que relatou maiores perdas foi a Cooperativa Triticola Vacariense (Cooperval), que constatou 33% de redução entre rendimento esperado (3.000 kg ha<sup>-1</sup>) e colhido (2.000 kg ha<sup>-1</sup>), e a que apresentou menores perdas foi a Cotrijal, da região de Não-Me-Toque (de 3.000 para 2.880 kg ha<sup>-1</sup>, ou 4% de redução de rendimento).

## Referências

CONAB. Série histórica.

[www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/SojaSerieHist.xls](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/SojaSerieHist.xls) 2009.

### **Relato da situação da ferrugem e do vazio sanitário no Centro Oeste do Brasil, na safra 2008/09**

Luís Henrique Carregal<sup>1</sup>, Hercules Diniz Campos<sup>1</sup>, Cláudia Barbosa Pimenta<sup>2</sup>, Edson P. Borges<sup>3</sup>, Fabiano V. Siqueri<sup>4</sup>, José Nunes Júnior<sup>5</sup>, Maurício Conrado Meyer<sup>6</sup>, Mauro J. N. da Costa<sup>7</sup>, Ricardo Barros<sup>8</sup>, Valtemir José Carlin<sup>9</sup>

A situação da ferrugem asiática durante a safra 2008/09 no Centro-Oeste brasileiro pode ser considerada como tranquila. Na maioria das áreas o agricultor controlou a ferrugem asiática de forma eficiente, sendo auxiliado pela incidência tardia da doença e pelas condições ambientais pouco favoráveis nas primeiras semeaduras.

A incidência tardia da doença não se deve exclusivamente às condições ambientais, mas também à adoção do vazio sanitário que foi realizado a contento em boa parte das áreas. O período seco vivenciado na entressafra anterior também auxiliou na redução de inóculo nas áreas onde o vazio sanitário não foi cumprido como deveria.

Cada Estado da região Centro-Oeste teve sua particularidade, mas de forma geral, a incidência da doença ocorreu mais tardiamente, tendo o aumento do número de focos a partir do final do mês de janeiro.

A região Centro-Oeste foi responsável pelo cultivo de uma área superior a 9,9 milhões de hectares, com produção acima de 29 milhões de toneladas. A produtividade média foi 2.943 kg ha<sup>-1</sup>, sendo os maiores patamares obtidos no Distrito Federal (3.200 kg ha<sup>-1</sup>) e os menores em Mato Grosso do Sul (2.436 kg ha<sup>-1</sup>). No caso do Mato Grosso do Sul, o principal problema foi o déficit hídrico e as altas temperaturas em determinadas regiões do Estado.

Na Tabela 1 encontram-se os números referentes à área plantada, à produção, à produtividade média e à data da primeira detecção da ferrugem asiática para cada Estado.

<sup>1</sup>FESURV, Cx. Postal 104, 75901-970, Rio Verde, GO

<sup>2</sup>SEAGRO, Rua Jornalista Geraldo Vale 331, 74130-012, Goiânia, GO

<sup>3</sup>Fundação Chapadão, Cx Postal 39, 79560-000, Chapadão do Sul, MS

<sup>4</sup>Fundação Mato Grosso, Cx. Postal 79, Rondonópolis, MT

<sup>5</sup>Centro Tecnológico Para Pesquisas Agropecuárias - CTPA, Av. Assis Chateaubriand 1491, 74130-012, Goiânia, GO

<sup>6</sup>Embrapa Soja, Cx. Postal 231, 86001-970, Londrina, PR

<sup>7</sup>Fundação Rio Verde, Cx. Postal 159, 78455-000, Lucas do Rio Verde, MT

<sup>8</sup>Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, Cx. Postal 105, 79150-000, Maracaju, MS

<sup>9</sup>Agrodinâmica, Cx. Postal 395, 78300-000, Tangará da Serra, MT

Foram registrados no mapa do Consórcio Antiferrugem 624 focos de ferrugem na região Centro-Oeste durante a safra 2008/09. Entretanto, esse número está bem aquém da realidade. O Distrito Federal, por exemplo, não apresentou nenhum relato da doença, embora a mesma tenha ocorrido. Desse total, 351 focos (56,25%) foram registrados no mês de janeiro, durante a fase reprodutiva. Apenas seis foram na fase vegetativa, ou seja, menos de 1% dos casos. Isso se deve a dois fatores importantes: às condições ambientais e principalmente ao vazio sanitário.

**Tabela 1.** Área plantada, produção, produtividade média e data da primeira detecção de Ferrugem Asiática em cada Estado da região Centro-Oeste.

Estado	Área plantada (mil ha)	Produção (mil toneladas)	Produtividade média (kg ha <sup>-1</sup> )	Primeira detecção de Ferrugem
DF	48,9	156,5	3.200	27/03/2009
GO	2.307,2	6.836,2	2.963	18/11/2008
MS	1.716,7	4.181,9	2.436	16/12/2008
MT	5.828,2	17.962,5	3.082	09/12/2008

Fontes: CONAB, jun. 2009 / Consórcio Antiferrugem, 2009.

Como tradicionalmente vem ocorrendo, alguns agricultores não realizaram as aplicações preventivas conforme recomendado e tiveram maiores problemas para conter o progresso da doença. Ainda há aqueles que realizam as aplicações somente após detecção dos sintomas, fazem sub-dose dos fungicidas e aplicam em momentos totalmente inadequados. O resultado? Perda de produtividade e aumento de inóculo na região.

O uso de triazóis isoladamente foi reduzido na maioria das áreas, mas ainda tiveram microrregiões onde o mesmo foi amplamente utilizado. Poucas reclamações foram realizadas sobre sua eficácia, mas é fundamental mencionar que na safra 2008/09 no Centro-Oeste brasileiro, a pressão da doença foi menor que em safras anteriores e as condições ambientais não foram favoráveis à doença principalmente nos primeiros cultivos. Com isso, a reduzida eficácia dos mesmos não pôde ser comprovada na maioria das áreas. Nos trabalhos de experimentação, os resultados continuam evidenciando os problemas de eficácia dos triazóis, mesmo para aqueles conduzidos dentro da época recomendada de plantio e tais produtos utilizados na primeira ou última aplicação.

Foram constatados também a campo problemas em algumas áreas comerciais quando se utilizou triazóis na primeira aplicação, principalmente

em áreas onde a doença realmente aconteceu (semeaduras mais tardias e com aplicações preventivas).

Outros problemas foram até mais importantes que a própria ferrugem asiática, como o mofo branco, a mancha alvo, a antracnose, os nematóides, as lagartas, o estresse hídrico nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura e na floração, além de chuva excessiva durante a colheita. Algumas regiões, como Maracaju, MS, a alta temperatura e o estresse hídrico nas fases finais de cultivo, promoveram a morte prematura das plantas, comprometendo a produtividade.

No caso específico de mofo branco, a quantidade de inóculo tem aumentado a cada safra, principalmente em função do uso de sementes produzidas pelo próprio agricultor e “piratas”, falta de rotação de culturas, sucessão com espécies hospedeiras (principalmente girassol, feijão e algodão) e trânsito de implementos agrícolas infestados.

Na tentativa de reduzir o inóculo, alguns agricultores queimaram os restos culturais (prática infundada e não recomendada), revolveram o solo e ainda aplicaram uma série de produtos sem qualquer tipo de teste de eficácia e registro junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A mancha alvo tem apresentado maior importância em algumas regiões principalmente para determinadas cultivares. A incidência da doença normalmente ocorre nos estádios iniciais da fase reprodutiva (R1/R2), causando desfolha acentuada nas áreas onde o controle químico não é realizado. Os melhores resultados de controle químico têm sido obtidos com benzimidazóis, mas existe a grande preocupação com o uso aleatório a campo, no que tange a dose e ao momento de aplicação. Embora não regulamentada por lei, a associação tripla de fungicidas vem sendo amplamente utilizada, mas a dose do benzimidazol está aquém daquela preconizada nos trabalhos de pesquisa. Muitos agricultores têm utilizado cerca de 150 g de ingrediente ativo dos benzimidazóis (menos da metade da dose mínima preconizada pelas empresas), o que pode acelerar a seleção de indivíduos resistentes na população do patógeno, conforme já relatado na Europa e no Japão.

Outra doença que preocupa os agricultores é a antracnose que, nem sempre, é tida como importante pelos pesquisadores brasileiros. Agricultores de regiões como Lucas do Rio Verde, Sorriso e Sinop, no Mato Grosso, têm na antracnose sua principal preocupação. Tem sido constatado por eles (informações pessoais) que existe grande diferença na severidade da doença em função da cultivar e também da época de plantio. Segundo tais agricultores, maior incidência tem sido verificada a campo quando os mesmos utilizam semente própria. Mesmo com a aplicação de fungicidas de diferentes grupos químicos, o controle não tem sido superior a 50%. Trabalhos experimentais conduzidos na FESURV corroboram com tal relato.

Em relação ao vazio sanitário, o agricultor está ciente da sua importância, mas nem sempre o realiza em função da descapitalização do setor e também pela maior dificuldade de eliminar a soja tiguera transgênica (RR). Ao final da safra 2008/09, muita soja tiguera pôde ser encontrada a campo, bem desenvolvida e sob alta severidade de ferrugem asiática. Como as chuvas continuaram ocorrendo nos três Estados componentes do Centro-Oeste brasileiro, há grande possibilidade de maiores problemas na safra vindoura.

### **Situação no Distrito Federal**

A área cultivada com soja no Distrito Federal foi de 48.900 hectares, com produção de 156.500 toneladas, 2% acima da obtida na safra anterior. A produtividade média verificada foi de 3.200 kg ha<sup>-1</sup>.

Em conformidade com todo o Centro-Oeste, a situação ferrugem asiática não foi a maior preocupação, apesar do atraso da semeadura em função do atraso das chuvas. De forma geral, o número de aplicações foi inferior a 2,5 por hectare, sendo as misturas de estrobilurinas e triazóis os produtos mais utilizados. É importante salientar que a ferrugem asiática teve sua incidência comprovada somente no mês de março.

Os demais problemas foram relacionados ao atraso das chuvas no início da época de semeadura, veranicos curtos na fase vegetativa e reprodutiva, mas muita chuva durante a colheita.

### **Situação no Estado de Goiás**

A área cultivada com soja em Goiás foi de 2.307.200 hectares, com produção de 6.836.200 toneladas, 4,5% acima daquela obtida na safra anterior. A produtividade média verificada foi de 2.963 kg ha<sup>-1</sup>.

A ferrugem asiática teve sua primeira detecção oficial em 18/11/2008 em unidade de alerta, mas a maior incidência da mesma em área comercial foi verificada somente a partir do final de janeiro. Em média foram realizadas de 2,0 a 3,0 aplicações para o controle da doença, sendo que em algumas áreas foram realizadas 4,0 pulverizações. A grande variação no número de aplicações pode ser explicada pela diferença entre cada microrregião do Estado. No Sudoeste goiano, por exemplo, foram realizadas em média 2,5 aplicações, mas a maior parte da área plantada foi com cultivares de ciclo precoce.

O custo médio de cada aplicação para controle de ferrugem, levando-se em consideração não só o fungicida, mas também as despesas com a pulverização foi de aproximadamente 1,5 sacas por hectare (com a soja a R\$ 40,00 por saca). A média de aplicações de fungicidas de forma geral pode ser

maior em função de outros produtos utilizados para controle de mofo branco e antracnose. Fungicidas benzimidazóis, que não apresentam eficiência para Ferrugem, têm sido cada vez mais utilizados para controle de outras doenças.

Os demais problemas relacionados aos menores patamares de produtividade foram: aumento de doenças como mofo branco e as causadas por nematóides (*Heterodera glycines* e *Pratylenchus brachyurus*), além do ataque de pragas (lagartas durante todo o ciclo da cultura), mas principalmente por redução na adubação e intempéries climáticas, como excesso de chuva no período de colheita.

Em levantamento realizado foi constatado incidência de mofo branco em aproximadamente 50% das áreas cultivadas com soja. Entretanto, a quantidade de inóculo e a perda causada pela doença é variável entre as microrregiões e até mesmo entre áreas de uma mesma microrregião.

As vésperas do vazio sanitário, muita soja tiguera infectada pôde ser facilmente encontrada a campo, inclusive às margens de rodovias. O período do vazio sanitário em Goiás vai de 1 de julho a 30 de setembro, entretanto, não estão sendo realizadas campanhas, por parte dos órgãos oficiais, para alertar o agricultor sobre a importância e as penalidades do não cumprimento do vazio sanitário. Devido ao prolongamento das chuvas no Estado, a presença de soja tiguera com elevados índices de severidade de ferrugem foi comumente observada na entressafra de 2009, e nenhuma medida de controle foi adotada. Em algumas regiões, o ciclo das plantas voluntárias poderá ser completado, garantindo a manutenção do inóculo e permitindo a renovação do banco de sementes para o início da próxima safra.

### **Situação no Estado do Mato Grosso do Sul**

A área cultivada com soja no Mato Grosso do Sul foi de 1.716.700 hectares, com produção de 4.181.900 toneladas. A produtividade média verificada foi de 2.436 kg ha<sup>-1</sup>, a menor do Centro-Oeste.

A redução na produção e na produtividade ocorreu principalmente em função dos longos períodos de estiagem ocorridos principalmente no sul do Estado. O veranico vivenciado no período de 10 de novembro a 10 de dezembro fez com que boa parte da semeadura fosse atrasada na região de Maracaju e Dourados. Além disso, as altas temperaturas e o veranico na fase final de enchimento de grãos provocaram a morte prematura das plantas, afetando drasticamente a produtividade.

Para essa região, o controle de ferrugem asiática foi problemático apenas nas semeaduras mais tardias. Foram verificados alguns problemas de controle onde foram realizadas aplicações de triazóis isoladamente, mesmo nas primeiras aplicações. A média de aplicações no Estado variou de 1,8 a

2,5, com custo aproximado de 1,5 sacas por hectare (soja a R\$ 40,00 por saca). De forma geral, as primeiras aplicações foram realizadas em R3/R4 para as primeiras semeaduras e em Vn/R1 para as mais tardias. Nesse Estado também foram realizadas aplicações de combinações triplas (estrobilurina + triazol + benzimidazol).

Nas regiões de São Gabriel do Oeste, Costa Rica e Chapadão do Sul, as intempéries climáticas também foram importantes, mas em menor magnitude, o que proporcionou maiores produtividades. A região de São Gabriel do Oeste, que havia sido castigada pela ferrugem asiática na safra anterior, destacou-se na produção da oleaginosa nessa safra. As aplicações foram realizadas de forma preventiva, baseadas no monitoramento e no uso de misturas de estrobilurinas e triazóis.

Principais problemas: a estiagem em algumas regiões do Mato Grosso do Sul fizeram com o rendimento fosse diretamente afetado. Após sua implantação, a incidência de ferrugem, que normalmente ocorria em novembro, passou a ser a partir de dezembro.

O vazio sanitário nesse Estado vai de 01 de julho a 30 de setembro e foi realizado de forma satisfatória durante o ano de 2008.

### **Situação no Estado do Mato Grosso**

A área cultivada com soja no Mato Grosso foi de 5.828.200 hectares, com produção de 17.962.500 toneladas. A produtividade média verificada foi de 3.082 kg ha<sup>-1</sup>. A semeadura foi realizada normalmente no mesmo período da média histórica.

Durante a safra ocorreu estiagem forte em determinadas regiões, com temperaturas altas principalmente no mês de janeiro, um dos principais fatores que retardaram o progresso da ferrugem asiática. Os meses de março a abril apresentaram pluviosidade acima da média. A colheita pode ser considerada como normal, embora tenha ocorrido excesso de chuva em algumas regiões, o que afetou negativamente o rendimento das lavouras.

A ferrugem asiática apresentou progresso lento, principalmente pelas condições ambientais no mês de janeiro, tendo evoluído a partir da segunda quinzena de fevereiro. As primeiras aplicações foram realizadas de forma preventiva no florescimento (mais de 80% das áreas), sendo utilizadas as misturas de estrobilurinas + triazóis. A maioria das aplicações foi realizada via pulverização terrestre, mas as aplicações aéreas foram representativas.

O número médio de aplicações foi de 2,69 por hectare, acima daquele realizado no ano anterior (2,58), embora essa tenha sido a safra mais tranquila em relação à ferrugem asiática dos últimos cinco anos. O custo de controle da doença variou de 1,5 a 2,5 sacas por hectare (soja a R\$ 40,00 por saca).

O vazio sanitário vem sendo adotado no Estado desde 2006 e compreende o período de 15 de junho a 15 de setembro. Tem sido realizada, por parte dos órgãos competentes, boa divulgação em televisão, revistas e jornais sobre a importância dessa medida de controle. Tal medida é considerada como de vital importância e representa um marco nas epidemias de ferrugem asiática no Mato Grosso.

Algumas tendências para a safra 2009/10 são motivo de grande preocupação no Estado, tais como a autoconfiança dos agricultores, que tendem a subestimar a doença, programando menor número de aplicações para a próxima safra. A outra grande preocupação está relacionada ao custo dos fungicidas triazóis, os quais se apresentam muito menores que das misturas e com isso acabam favorecendo a adoção desse grupo isoladamente.





**Relato da situação da ferrugem e do vazio sanitário no Estado da Bahia**

Mônica C. Martins<sup>1</sup>; Pedro V. L. Lopes<sup>1</sup>; Marco A. Tamai<sup>1</sup>;  
Newton S. Andrade<sup>2</sup>; Nailton S. Almeida<sup>2</sup>

A ferrugem teve destaque na região oeste da Bahia na safra 2002/2003, quando foi detectada pela primeira vez em lavouras de soja desse Estado, causando perdas na produção de 400 mil toneladas (Conab, 2003). A expectativa dos produtores para a obtenção de 40 sacas de soja por hectare não foi alcançada devido à ocorrência da ferrugem que causou prejuízos da ordem de 30%, o equivalente a U\$ 102 milhões, mais U\$ 43,3 milhões gastos com aplicações de fungicidas, o que representou perda total de U\$ 145,3 milhões (Informaiba, 2003).

Os principais fatores que contribuíram para essas perdas foram o desconhecimento dessa doença por parte de produtores, técnicos e pessoas relacionadas ao agronegócio da soja na região, a observação tardia dos sintomas da doença na lavoura, as aplicações de fungicidas realizadas tardiamente e de forma inadequada e as poucas informações sobre a ferrugem.

Diante dessa situação e preocupados com a sojicultura na região, instituições públicas e privadas juntamente com o Governo do Estado formaram uma parceria e implementaram na região em setembro de 2003, o “Programa Estratégico de Manejo da Ferrugem Asiática da Soja no Oeste da Bahia” que teve como objetivos minimizar as consequências da ferrugem da soja, identificando o patógeno em tempo hábil para aplicação dos tratamentos adequados em 100% da área infectada; criar condições para o estabelecimento de um modelo de manejo integrado para o controle da ferrugem; recuperar os tetos de produtividade compatíveis com o nível tecnológico utilizado e conscientizar que o controle da ferrugem depende de ações integradas e conjuntas de todos os envolvidos na cadeia produtiva. Visando atingir esses objetivos, o Programa executou várias ações desde seu início, como, treinamentos na identificação da ferrugem e em tecnologia de aplicação de agrotóxicos, orientação no monitoramento da ocorrência da doença, disponibilização de laboratórios de diagnose rápida na região, implantação e alimentação do “Sistema de Alerta” regional ([www.aiba.com.br](http://www.aiba.com.br)) e condução dos ensaios para testar a eficiência de fungicidas (“ensaios em

---

<sup>1</sup>Fundação de apoio à pesquisa e desenvolvimento do Oeste Baiano, Cx. Postal 853, 47850-000, Luís Eduardo Magalhães, BA

<sup>2</sup>Técnicos em Defesa Agropecuária da ADAB/Barreiras

rede"). O Programa possibilitou através de todas as suas ações, o controle eficaz da ferrugem, além das doenças de final de ciclo, e foi determinante para a elevação da produtividade da soja de 30,5 sacas ha<sup>-1</sup> na safra 2002/2003 para 48 sacas ha<sup>-1</sup> na safra 2003/2004, o que representou um incremento de 17,5 sacas ha<sup>-1</sup> (US\$ 170 milhões).

Na safra 2003/2004, 1ª etapa do Programa, o 1º relato da ferrugem ocorreu em 15 de janeiro em soja no estágio fenológico de pleno florescimento (R2). Os produtores foram treinados pelo Programa para controlar a doença, o que fizeram com êxito, pois, não foram observadas perdas na produtividade de grãos. Os ensaios em rede realizados em cinco regiões auxiliaram os produtores em relação a eficiência dos fungicidas para controle da doença.

Na safra seguinte, 2004/2005, as ações do Programa continuaram sendo executadas e o 1º relato da ferrugem foi registrado em 25 de janeiro, em soja no estágio R3. Os laboratórios de diagnose rápida distribuídos pela região oeste da Bahia receberam um total de 2.657 amostras de folhas de soja das quais, 1.101 tiveram a doença confirmada.

Na safra 2005/2006 a ferrugem foi constatada na região a partir do início do florescimento (estádio R1), sendo o primeiro registro de ocorrência no dia 16 de janeiro. No entanto, o maior número de ocorrências foi no mês de março, coincidindo com o estágio R5, assim como em todas as regiões produtoras de soja do Brasil (Consórcio, 2009). O progresso da ferrugem foi lento em função do veranico de aproximadamente 28 dias ocorrido na região, que atingiu a cultura na fase de desenvolvimento vegetativo e se prolongou até a fase de floração e formação das vagens. Mesmo assim, a ferrugem foi detectada em todos os municípios que cultivam a soja e seu controle foi realizado de forma efetiva pelos produtores. Os laboratórios credenciados pelo Consórcio Antiferrugem (MiniLab Basf e o SOS Soja Bayer), receberam 2.254 amostras de folhas suspeitas de terem a doença sendo que em 55% destas, a ferrugem foi diagnosticada.

Na safra 2006/2007, a primeira constatação da ferrugem da soja ocorreu no município de Barreiras em 22 de dezembro quando a cultura se encontrava no estágio reprodutivo (R2). A má distribuição das chuvas não permitiu a rápida evolução da doença, porém, esta foi registrada em todos os municípios da região. A pressão de ferrugem nessa safra foi maior que na anterior e variou em função da região, resultando em maior número de aplicações de fungicidas para o seu controle, em média de 2,5 aplicações. Assim como nas safras anteriores, os treinamentos para a identificação da ferrugem continuaram como uma das ações do Programa, sendo realizadas mediante solicitação dos produtores. As empresas parceiras, Basf e Bayer, disponibilizaram maior número de laboratórios para a região, que receberam

3.374 amostras de folhas, onde 68% apresentavam a ferrugem. Os ensaios em rede foram novamente executados em diferentes municípios e os resultados apresentados aos produtores da região. Nessa safra, de acordo com a portaria da ADAB no 623 de 05 de outubro de 2007, foi implantado no Estado o vazio sanitário da soja que compreende o período de 15 de agosto à 15 de outubro.

Na safra 2007/2008, no município de Luís Eduardo Magalhães, ocorreu o primeiro registro da ferrugem em 11 de fevereiro. Houve atrasos no início das chuvas na região e veranico no início do desenvolvimento da cultura, mas, no decorrer da safra, em média, as chuvas foram suficientes para a cultura completar o seu ciclo. Essas condições climáticas adversas refletiram no aparecimento tardio e no lento progresso da ferrugem. Diferentemente das safras anteriores o primeiro registro da ferrugem foi bem tardio, em lavoura de soja no estádio R4, tendo sido observada maior intensidade da doença nos estádios reprodutivos próximos ao enchimento de grãos. Nessa safra, novamente a ferrugem foi controlada adequadamente, tendo sido realizadas, em média, 2,0 aplicações de fungicidas.

Como descrito anteriormente, nas safras subsequentes a implantação do Programa, a ferrugem foi constatada em todos os municípios produtores de soja da região oeste da Bahia onde foi observada baixa pressão de inóculo, aparecimento tardio e lento progresso da ferrugem, não resultando em perdas na produtividade de grãos, diferentemente do ocorrido nessa última safra.

Nessa última safra, 2008/2009, a ferrugem foi registrada em soja no estádio R2, no dia 13 de janeiro, no município de São Desidério. Pela primeira vez na região, houve registros da ferrugem na fase vegetativa da soja em área comercial, o que antes só havia ocorrido em áreas experimentais. As condições climáticas favoreceram a ferrugem e apesar do atraso no início das chuvas, essas se prolongaram até após a colheita, nos meses de abril, maio e junho, o que não é comum na região. O volume pluviométrico foi maior que nas demais safras e houve melhor distribuição das chuvas além, de muitos dias com temperaturas amenas e dias nublados. Todos esses fatores contribuíram para que a ferrugem fosse mais agressiva resultando em perdas na produtividade de grãos. Em média, houve diminuição de 16% em relação a safra anterior, ficando a produtividade da região em 2.250 kg ha<sup>-1</sup>. Não se tem a estimativa de perdas resultantes apenas da ferrugem, pois, essas ocorreram em função de diversos fatores, entre esses, a ferrugem, o mofo branco e as chuvas na colheita. As perdas por ferrugem foram localizadas e podem ser atribuídas à menor eficiência de alguns fungicidas, à demora para realizar a primeira aplicação, às chuvas que dificultaram ou impediram as pulverizações no momento mais adequado e ao maior intervalo entre as

aplicações de fungicidas. O número médio de aplicações de fungicidas para o controle da doença foi de 4,2, de acordo com empresas de agrotóxicos e a ADAB (Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia).

Devido as chuvas que se estenderam até após a colheita da soja, foi observado nas lavouras, soja tiguera com a presença da ferrugem. Essa situação é nova na região, pois, em safras anteriores, as tigueras morriam devido ao clima seco e quente e, portanto, a safra de verão era iniciada com baixa pressão da doença. Para que a safra 2009/2010 seja iniciada com baixa pressão dessa doença, a região contará com o vazio sanitário, que compreende o período de 15 de agosto a 15 de outubro.

## **Referências**

CONSÓRCIO Antiferrugem. Disponível em:

< <http://www.consortioantiferrugem.net> >. Acesso em 06. 2009.

FECHAMENTO da safra 2002/03. **Informaiba**, n.101, p.8-9, 2003.

PREVISÃO e acompanhamento de safra 2002/03 quarto levantamento. [S.l.]: CONAB, 2003.

## Relato de la situación de la roya de soja en Paraguay

Wilfrido Morel<sup>1</sup> ; Noelia Bogado<sup>2</sup>

### Introducción

Desde la aparición de la Roya de la Soja en el año 2001 en Paraguay, se han producido cambios muy importantes en el sistema de producción de soja e indirectamente promovió en la mentalidad del productor una mejor visión en el uso de la tecnología disponible. Asimismo contribuyó al mejor cuidado del cultivo, consiguiendo incluso mejorar los rendimientos protegiendo contra las diferentes enfermedades de importancia económica recurrente en el cultivo de soja.

Las pérdidas de la productividad fueron muy importantes en años donde las condiciones climáticas fueron favorables para la enfermedad, especialmente durante el periodo reproductivo y cuando se registran lluvias constantes en los meses de enero y febrero considerados los momentos más críticos para el desarrollo de una epidemia en Paraguay. No obstante, en los años sucesivos de su detección, se tuvo una condición de clima muy variable considerando el ciclo normal del cultivo

El primer año donde se registró la enfermedad las pérdidas de rendimiento fueron estimadas en más del 60 % en los cultivares más afectados. Posteriormente en los siguientes ciclos normales de soja 2.001/02, 2.002/03, la severidad de la enfermedad no fue muy importante debido a la sequía registrada pero en la soja de siembra tardía fue muy severa evidenciando pérdidas de más del 50 % en el rendimiento. Esta epidemia se observa especialmente cuando las lluvias se hacen importantes partir de los meses de marzo, abril y mayo.

En todos los años se han detectado la Roya en una etapa muy temprana observándose en plantas de 30-35 días de emergencia, de la región de Pirapó considerada una zona endémica ante la presencia del hospedante Kudzu (*Pueraria lobata*) pero el nivel de severidad nunca ha prosperado en la fase vegetativa. Esto evidencia la importancia de la sobrevivencia de la enfermedad durante el invierno, por lo cual se ha realizado una fuerte campaña de concientización entre los productores de la importancia de eliminar la fuente de inóculo en aquellas áreas sin cultivo de invierno y de cobertura, a los efectos de evitar la infección primaria en un periodo precoz del cultivo

---

<sup>1</sup> Centro Regional de Investigación Agrícola (CRIA), Ministerio de Agricultura y Ganadería. Capitán Miranda, Itapúa. Paraguay. email: wilfrido@cria.org.py

de soja. En ese sentido el Ministerio de Agricultura y Ganadería estableció mediante una resolución una campaña de destrucción de plantas voluntarias de soja e inclusive restringir los periodos de siembra, que abarcaban desde el mes de Octubre hasta la primera semana del mes Diciembre. Ante la presión de productores y empresas semilleristas fue dejado sin efecto esa resolución, argumentando la exclusión de otros cultivos como el girasol que se cosechan a fin del mes de Diciembre y posterior siembra de una soja tardía específicamente de productores de semillas de soja.

En el ciclo 2005/2006, se tuvo la mayor epidemia en la época normal de siembra, produciendo una pérdida de más de 400 millones de dólares. Este fuerte impacto se debió a múltiples factores; descuido de los productores, momento de control y problemas en la tecnología de aplicación. El número de aplicaciones de fungicidas fue una máxima de 5 y el mínimo de 2.

En esta última zafra 2008/2009, nuevamente la Roya fue reportada su incidencia en un periodo muy temprano (segunda quincena del mes octubre) en cultivos implantados en el mes de septiembre, pero la fuerte sequía que afectó toda el área de producción de soja no permitió el progreso de la enfermedad. En casos muy aislados y en regiones donde las lluvias comenzaron a evidenciarse se han realizados los controles correspondientes, pero que en todo el país no llegaron a mas de 1 aplicación de fungicidas por cada productor.

Esta sequía fue tan importante y que no permitió el avance de la enfermedad en toda el área de producción, a excepción en algunas regiones de soja de siembra tardía.

El patógeno sobrevive en hospedante alternativo, como ser plantas guachas de soja y anteriormente en kudzu (*Pueraria lobata*) que está siendo eliminado. Estos aseguran la permanencia de la enfermedad durante todo el año. El último relevamiento realizado durante los días 29 y 30 de junio de 2009 denotan la presencia del patógeno en plantas guachas de soja en algunas regiones de las localidades de Capitán Meza, Departamentos de Itapúa (Sur) Santa Rita, Departamento de A. Paraná (Centro) y Katuete, Departamento de Canindeyú (Norte).

## Roya asiática de la soya en Bolivia (Santa Cruz de La Sierra)

Marín Condori<sup>1</sup>

### Antecedentes

Desde la detección del primer foco de infección de roya asiática en Santa Cruz, en el año 2003, FUNDACRUZ Y ANAPO, junto a otras instituciones locales ligadas al medio agrícola, observando el panorama sanitario que se nos venía con esta enfermedad en el cultivo de soya, sugirió la conformación del denominado Comité Interinstitucional y Multidisciplinario para el control de la Roya Asiática y llevar adelante un programa de lucha contra la roya de la soya, el cual tenía como objetivo principal, evitar la proliferación del patógeno en las principales zonas productoras del departamento a través de la capacitación de los productores, técnicos y agrónomos en el diagnóstico y reconocimiento de la enfermedad, pruebas de eficacia de fungicidas para determinar dosis, momento de aplicación, etc.

Después de cuatro años de investigación aislada en el manejo y control de la enfermedad, a finales del 2007 por la gravedad de la situación sanitaria de la soya, se conforma el Comité Interinstitucional para el Manejo de la Roya Asiática, denominado COMITÉ ANTIROYA que inicialmente lo conforman once instituciones (CIAT, ANAPO, CAICO, CAISY, APIA, ORS, CIOBOL, EL IIA VALLECITO, FUNDACRUZ, SENASAG Y SEDAG), donde se iniciaron un trabajo riguroso en busca de soluciones a corto, mediano y largo plazo, que permitan manejar y controlar la enfermedad a través de medidas técnico - legales que perduren en el tiempo, viabilizando la producción del cultivo. Posteriormente a este comité se adhirieron dos instituciones (ASOSEMILLAS Y CETABOL) por los problemas que representaba esta enfermedad.

Actualmente y en el transcurso de este periodo de trabajo, el COMITÉ ANTIROYA a través del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria SENASAG, ha emitido una *Resolución Administrativa N° 043/2009* con vigencia indefinida, la cual tiene como objetivo normar las fechas de siembra, la eliminación de soya “guacha” y campos abandonados en todas las zonas productoras del departamento. Asimismo llevo adelante una campaña de difusión y socialización de las medidas técnico – legales lanzadas por el Comité, la cual involucra las Recomendaciones Técnicas para el Manejo de la Roya Asiática y la Resolución Administrativa, a través de diferentes medios de comunicación oral y escrita.

---

<sup>1</sup>Presidente COMITÉ ANTIROYA (ANAPO, FUNDACRUZ, CAICO, CETABOL, CAISY, APIA, IIA VALLECITO, CIAT, SEDAG, SENASAG, COMITÉ DE SEMILLAS SANTA CRUZ, ASOSEMILLAS y GOBIERNO DEPTAL. DE SANTA CRUZ)



## **Justificación**

En Bolivia, la Roya Asiática fue detectada por primera vez en la campaña agrícola de invierno 2003 en la Provincia Ichilo, Localidad de Yapacani y en la actualidad se encuentra distribuida en toda el área agrícola sojera del Departamento de Santa Cruz, afectando también la zona sojera de Departamento de Tarija (Yacuiba). Es un hongo que se manifiesta severamente en zonas húmedas con temperaturas entre 18 a 30°C.

Investigaciones realizadas hasta el momento indican que no existe evidencias de la transmisión de la enfermedad a través de semillas, sin embargo las esporas del hongo sobreviven en el ambiente entre 50 a 60 días, hasta posar en tejido vivo e iniciar un nuevo ciclo, Estas son transportadas mediante el viento, lo que permite al hongo una fácil y rápida infestación en el lugar donde se presenta.

Antes de la aparición de la roya asiática, el numero de aplicaciones de fungicidas para el control de enfermedades, oscilaban entre 0 a 1 en promedio. Sin embargo, actualmente este valor se ha incrementado entre 3 a 5 aplicaciones, aumentando los costos de fungicidas de 10 a 70 \$us. respectivamente. Con la caída de los precios internacionales y con el detrimento de precios locales de manera acentuada en relación a la anterior campaña, este cultivo muestra un escenario inviable su siembra.

La enfermedad, año tras año es la responsable de al menos 30 a 50% de pérdida en la producción total del área sojera, lo que en términos económicos representa entre 100 y 150 millones de dólares que corresponden al uso de agroquímicos y la pérdida de rendimiento total por año.

No obstante, si no se toma medidas legales que permitan un vacío sanitario y la concientización de los productores en las épocas de siembra el sector oleaginoso sufrirá una catástrofe en el corto plazo.

En la campaña agrícola de invierno 2007 los problemas para el control de la roya surgieron a raíz de una serie de factores técnicos y climáticos:

Siembras de soya efectuadas en la entre zafra (abril – mayo) generaron el inóculo de roya asiática que infectaron los campos de soya sembrados en junio a inicios de la campaña de invierno, el periodo prolongado de sequía y la continua humareda existente en los meses de agosto y septiembre estresaron al cultivo incidiendo directamente sobre el inicio de la floración que se produjo a los 65 a 70 días y la aplicación de los fungicidas que fueron expuestos a condiciones climáticas críticas (30 – 35 °C) Y (HR 50 – 40%) lo que repercutió en la residualidad y eficacia de control de los mismos.

Sin embargo, la campaña de verano 2007/08 fue una de las mas catastróficas principalmente en las zonas norte y este del departamento debido a las continuas lluvias que impidieron levantar la cosecha de la siembra

de invierno, realizar la siembra de verano y lo más importante retrasaron las aplicaciones de fungicidas generando una explosión total de la roya que obligo a los agricultores realizar hasta 7 aplicaciones de fungicidas por hectárea.

### **Pérdidas que ocasionan a nivel rendimiento y económico**

Las pérdidas económicas cuantificadas por la Asociación de productores de Oleaginosas y Trigo – ANAPO, sobrepasan los 150 millones de dólares, correspondientes a las últimas dos campañas (verano 2007/08 e invierno 2008).

La enfermedad es responsable por las mermas ocasionadas en 30 a 50% de la producción total del área sojera. No obstante, si no se toma medidas legales que permitan un vacío sanitario y la concientización de los productores en las épocas de siembra el sector oleaginoso sufrirá una catástrofe en el corto plazo

### **Alcances del proyecto del vacío sanitario**

Los beneficiarios del proyecto se encuentran ubicados en las Zona Integrada (Provincia Andrés Ibáñez, Warnes, Ichilo, Sara, Obispo Santiestevan y Guarayos) Zona de Expansión (Andrés Ibáñez, Chiquitos, Ñuflo de Chávez, Guarayos) del departamento de Santa Cruz.

El proyecto beneficiará a más de 14000 productores pequeños, medianos y grandes, de diversas nacionalidades, y a un área de siembra entre las 700.000 a 1.000.000 de hectareas.

La capacitación, difusión y socialización de medidas técnico-legales, mediante los diferentes medios de comunicación disponibles (talleres, seminarios, mensajes televisivos-radiales), también esta contemplado en el presente proyecto.

### **Características de la enfermedad Roya Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*)**

#### **Historia**

La primera aparición de la roya asiática, causada por el hongo *Phakopsora pachyrhizi*, en los campos de producción de soya en Bolivia, fue durante la campaña agrícola invierno 2003 en la localidad de Yapacani. Posteriormente, se expandió por las principales zonas de producción, principalmente la zona integrada, seguido de la zona de expansión en la siguiente campaña. Esto debido al eficiente poder de diseminación de las esporas del hongo por el viento. El principal daño ocasionado por esta enfermedad es la defoliación precoz, que impide la formación y llenado de vainas, consecuentemente la reducción de los rendimientos por hectárea.

## **Síntomas**

La identificación del patógeno en el cultivo se facilita con el uso de lupas manuales con (aumento de 20x a 30x), posibilitando la visualización de las estructuras reproductivas del hongo, denominadas urédias o pústulas. Son las urédias las que contienen a las urediosporas (esporas) que son liberadas y transportadas por el viento para iniciar el proceso de infección en nuevas plantas.

Las lesiones causadas por la roya son más numerosas en las hojas bajas de la planta por ser áreas con mayor humedad y microclima favorable para la germinación, penetración e infección de los tejidos foliares. Inicialmente, las lesiones aparecen en el envés de las hojas como pequeñas puntuaciones angulares, de coloración gris-verdoso con un diámetro de 1mm., las cuales con el pasar de los días se tornan de un color café-rojizo, iniciando la formación de la uredia (pústula).

Los síntomas de la roya pueden ser confundidos con los de la septoriosis, el encrespamiento bacteriano y la pústula bacteriana. La diferencia está en la presencia del halo amarillo alrededor de las puntuaciones, característica ausente en la sintomatología de la roya asiática. En la medida en que aumenta la cantidad de lesiones causadas por la roya la defoliación se acelera, principalmente si la enfermedad encuentra condiciones favorables para su desarrollo originando la reducción del número de vainas por planta, el número de granos por vaina y peso de granos, disminuyendo severamente el rendimiento del cultivo. Las pérdidas varían en función de la intensidad de la infección y de la fase en la que ocurren los primeros síntomas, ya que la roya puede manifestarse en diferentes estadios de la soja y cuanto más temprano ocurre la infección mayor es el daño y las pérdidas en el rendimiento.

## **Ciclo epidemiológico**

El hongo se disemina por el viento y la enfermedad no es transmitida por la semilla. Sin embargo, es un hongo considerado como parásito obligado o biotrófico debido a que sobrevive y coloniza en hospederos vivos. En ese sentido las plantas voluntarias, “soya guacha” se convierten en los principales hospederos y focos de infección que permiten al hongo sobrevivir y mantener el inóculo latente para infectar nuevos campos de cultivos.

Para que la enfermedad ocurra sobre el cultivo es necesaria la presencia de humedad en las hojas, por un período mínimo de seis horas, asociada a días nublados, chubascos y/o alta humedad relativa del ambiente. Bajo condiciones favorables, la germinación de las urediosporas en las hojas ocurre durante un periodo de tiempo que oscila entre una a dos horas. Las primeras lesiones son visibles a trasluz después de cuatro a cinco días y las

primeras pústulas aparecen entre cinco y seis días después de la inoculación. Las temperaturas medias, óptimas para el desarrollo de la enfermedad, varían entre 18 °C y 26 °C.

La dispersión de las urediosporas, por el viento, se da principalmente en días secos y sin humedad en las hojas. Las esporas de la roya pueden recorrer largas distancias provocando severas epidemias, un claro ejemplo de ello se observa en las zonas productoras del departamento de Santa Cruz, donde los fuertes y constantes vientos promueven una dispersión uniforme del inoculo de roya, generando grandes focos de infección que dificultan el control de la enfermedad.

### **Manejo y Control**

Para lograr el éxito en el control de la enfermedad, recomendamos básicamente realizar monitoreos periódicos, desde los primeros estadios del cultivo, a manera de determinar con exactitud el momento oportuno para efectuar las aplicaciones de los fungicidas.

### **Monitoreo en campo**

El monitoreo constante del cultivo es importante para identificar la presencia de la roya asiática en sus inicios; para ello, los muestreos deben ser iniciados durante la fase vegetativa de la soya, es decir desde el surgimiento de los primeros trifolios (V2 – V3), mismos que deben ser realizados en puntos estratégicos del lote considerando la edad del cultivo.

Sin embargo, nuestras condiciones ambientales propician, el desarrollo de esta enfermedad tornando débil al cultivo al inicio de la fase reproductiva R1 (inicio de la floración) y la alta posibilidad de encontrar hojas infectadas en la mitad inferior de las plantas es cada vez mayor. Después del inicio de esta fase, se deben coleccionar hojas de las tres posiciones de la planta (tercios superior, medio e inferior), a razón de 20 a 30 hojas por posición, a efecto de realizar un diagnostico completo de las plantas. Se debe examinar a trasluz cada uno de los foliolos recolectados, ya que esta acción permitirá observar hasta la más minúscula lesión (pústula) de roya que exista en la lámina foliar evaluada, posteriormente, para confirmar la presencia de la roya. Es importante observar, con una lupa manual de 20x de aumento, la lesión en el envés de la hoja para confirmar la presencia de la enfermedad sobre el cultivo. Se deben integrar varias prácticas para el control de la roya asiática, principalmente se pondrá atención en las fechas de siembra, la rotación de cultivos, los espaciamientos entre surcos, la población de plantas y la rotación de fungicidas.

## Resistencia Genética

A la fecha en nuestro país no existe la resistencia genética a la roya asiática. Sin embargo, después de muchos años de investigación, Brasil a través del Programa de Investigación y Mejoramiento Genético de Soya de la Fundación MT y TMG, puso a disposición de los agricultores brasileiros las primeras variedades de soya de la línea “Inox”, resistentes a la roya asiática y llegara a los productores sojeros como una tecnología alternativa para reducir el número de aplicaciones de fungicidas, incrementar los rendimientos y bajar los costos de producción por el uso de fungicidas. Sin embargo, los expertos aseguran que la resistencia de esta variedad no será duradera si no se trabaja disciplinadamente en la reducción de las fuentes de inóculo de la entrezafra y en la eliminación de plantas “guachas”, debido a que el hongo *Phakopsora pachyrhizi*, al ser muy versátil, puede expresar o desarrollar nuevas razas patógenas capaces de quebrar la resistencia de esta variedad. El uso de variedades resistentes o tolerantes no dispensa totalmente el uso de los fungicidas y debe ser entendido como una forma de reducir el número de aplicaciones, considerándose esta tecnología como un aporte más, dentro del manejo integrado del cultivo de la soya.

## Aplicación preventiva de fungicidas

Es importante destacar que se entiende como control preventivo a la aplicación de fungicidas, sin la presencia de la enfermedad. En este entendido, la primera aplicación de fungicidas deberá ser realizada en los estadios vegetativos del cultivo (V5 – V7), considerando la presión de la enfermedad en la zona de producción, con el objetivo de proteger a la soya de la roya y de enfermedades como: antracnosis, mancha anillada, oídio y mancha púrpura, entre otras, que pueden interferir en la productividad.

Con relación al principio activo a utilizar, para iniciar las aplicaciones, debemos tomar muy en cuenta la presión de roya existente en la campaña pasada y los pronósticos climáticos (periodos de lluvia, sequía y vientos del sur con bajas temperaturas) que se presentarán durante la campaña agrícola a encarar. Si las últimas siembras (campaña pasada) estuvieron fuertemente afectadas por la roya, se prevé que la aparición del hongo sobre el cultivo sea temprana (V3– V5– V7), dependiendo de la zona donde haya ocurrido esta situación. Ante este hecho, es recomendable que la estrategia química a seguir sea preventiva en un 100%, y que se inicie la aplicación de fungicidas a mediados de la etapa vegetativa con productos en base a triazol (útil para limpiar las primeras esporas de roya) + bencimidazol que se ocupará de enfermedades foliares como la mancha anillada, la antracnosis, la septoria y otras.

Entre 5 y 7 días, después de la primera aplicación del fungicida, es importante intensificar el monitoreo del área tratada, a efectos de realizar oportunamente la segunda aplicación del fungicida que deberá ser realizada con intervalos de 10 y 15 días, dependiendo de: el nivel de infección que se tenga, el clima, el producto utilizado, la calidad de la aplicación del fungicida y el estadio fenológico del cultivo, entre otros.

### **Aspectos que dificultan el control de la roya asiática**

No hay evidencias de la transmisión del hongo por semillas, sin embargo, a través del viento el hongo *Phakopsora pachyrhizi* no encuentra barreras que impidan su diseminación. Entre los principales aspectos que dificultan el control de la roya asiática, a nivel local, se encuentran: el monocultivo, el incremento de la superficie sembrada con soya, las tres siembras por año (sobre todo en la zona norte), la abundante “soya guacha” que emerge después de la cosecha; la estrategia química para el control de la roya, los fuertes vientos existentes en la zona, las precipitaciones y temperaturas, la calidad de las aplicaciones y el aspecto más importante: el monitoreo.

### **Monitoreo de las aplicaciones**

La soya es un cultivo cuya arquitectura botánica es muy diferente al de otros cultivos; su densidad foliar y disposición ejercen un efecto “paragua” dificultando la llegada de los fungicidas al interior del cultivo. Por las características que presenta este diminuto patógeno que se ubica en el tercio inferior de la planta y es capaz de producir entre 232 a 577 pústulas por cm<sup>2</sup> de folíolo, el monitoreo de la cobertura de las gotas es una de las alternativas que se torna imprescindible efectuar para asegurar el éxito de las aplicaciones.

La cantidad de gotas x cm<sup>2</sup> que se debe depositar en el tercio inferior es de 70 a 40 en tamaños de 200 a 300 μm (micras), en el tercio medio entre 150 a 100 gotas x cm<sup>2</sup> y en el tercio superior mayor a 150 gotas de los tamaños antes mencionados.

Control Químico

Los fungicidas recomendados para el control de la roya asiática, fueron agrupados en base a resultados de investigación realizados por diferentes compañías agrícolas e instituciones de investigación.

Nombre Químico	Nombre Técnico	Nombre Comercial	Formulación	Modo de Acción	Dosis (l p.c./ha)	Observaciones
Bencimidazoles	Carbendazim	Protector	50 SC	Sistémico	0.50	Controlan mancha anillada
		Rizocarb	50 % SC	Sistémico	0.50	
		Derosal (*)	50 SC	Sistémico	0.50	
Triazol	Tebuconazole	Folicur	CE 200	Sistémico	0.50	Controlan roya y enfermedades de fin de ciclo
		Foker	CE 250	Sistémico	0.50	
		Orius	25 EW	Sistémico	0.50	
		Titán	CE 250	Sistémico	0.50	
		Tebucal	CE 250	Sistémico	0.50	
		Tebucur (*)	CE 250	Sistémico	0.50	
		Security (*)	CE 250	Sistémico	0.50	
	Flutriafol	Selective	CE 125	Sistémico	0.50	
		Spectrum	CE 250	Sistémico	0.30	
		Systhane	26.1 % EC	Sistémico	0.50	
Triazol + Triazol	Fenbuconazole + Cyproconazole + Propiconazole	Indar 25 SC + Artea (*)	25 OF + 80 + 250 g/l CE	Sistémico	0.50	-
					0.33	
					0.35	
Triazol + Triazol	Tebuconazole + Triadimefon	Defender (*)	21 % + 24 % CE	Sistémico	0.4	
					0.4	
	Tebuconazole + Carbendazim	Apache	10 % + 38 % SL	Sistémico	1.0	
Triazol + Estrobilurina	Pyraclostrobin + Epoxiconazole + Azoxystrobin + Cyproconazole + Trifloxystrobin + Cyproconazole + Trifloxystrobin + Tebuconazole	Opera	133 + 50 g/l SE	Sistémico	0.50	Controlan roya y enfermedades de fin de ciclo
					0.50	
		Priori Xtra	200 + 80 g/l	Sistémico	0.30	
		Sphere	187.5 + 80 g/l	Sistémico	0.30	
		Nativo	100 + 200 g/l	Sistémico	0.50	
			SC			

### Resultados do monitoramento de resistência de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas em soja

Paulo Calegari<sup>1</sup>, José Gerales<sup>1</sup>, Konrad Kemper<sup>1</sup>, Rafael Pereira<sup>1</sup>, Cleonilda Santos<sup>1</sup> e Pedro Singer<sup>1</sup>

Desde a safra 2005/2006, a Bayer CropScience vem realizando estudos de monitoramento da sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* aos fungicidas dos grupos químicos dos triazóis e das estrobilurinas.

A metodologia dos ensaios, representada na Figura 1, foi desenvolvida por pesquisadores da Bayer CropScience da Estação Agrícola Experimental de Paulínia/SP em conjunto com especialistas do Instituto de Fungicidas de Monheim na Alemanha, sendo reconhecida e adotada pelo FRAC-Brasil e pelo FRAC internacional.



**Figura 1.** Ilustração da metodologia de folhas destacadas.

<sup>1</sup>Bayer Cropscience Fungicidas



Desde o início deste trabalho, a empresa vem conduzindo os ensaios com a mesma metodologia e os mesmos procedimentos, a fim de estabelecer uma linha base dos valores de EC 50 encontrados nos ensaios de monitoramento para cada ingrediente ativo estudado e relacioná-los com os resultados dos fungicidas a campo, em ensaios paralelos.

A apresentação contém os resultados obtidos nos ensaios de monitoramento da safra 2008/2009 nas principais regiões produtoras do País. Além disso, tem o propósito de contribuir com os dados necessários para que os fitopatologistas e pesquisadores ligados à cultura da soja tenham o suficiente respaldo para preparar as recomendações mais adequadas e seguras para o controle dessa doença nas lavouras brasileiras.

Os resultados obtidos são representados em forma de gráficos, como se exemplifica nas Figuras 2 e 3, pelos quais é possível visualizar a linha do comportamento da sensibilidade da doença nos ensaios de monitoramento.

As amostras coletadas a partir de março de 2009 evidenciam que existe um predomínio de populações menos sensíveis aos triazóis (dinâmica natural do fungo) em algumas regiões, principalmente nos Estados de Minas Gerais, de Goiás, do Mato Grosso do Sul e do Mato Grosso. Essas populações retornaram ao normal no início do período seguinte nas duas últimas safras, o que caracteriza uma flutuação na sensibilidade dentro de um período “shifting”.

Também observou-se nessa safra, que existe uma relação do aumento no valor de EC 50 com a diminuição da eficiência dos triazóis nos ensaios de campo (a partir de determinado valor de EC 50). EC 50 trata-se da dose do fungicida que controla 50% de uma determinada população de fungos, expressa em ppm.

Por outro lado, o fungicida do grupo das estrobilurinas não apresentou mudança em seu desempenho no final da safra, significando que os ingredientes ativos pertencentes a esse grupo químico tornaram-se ainda mais importantes no controle da ferrugem asiática da soja.

Com base no conjunto dos resultados e informações obtidos sugere-se iniciar as aplicações de fungicidas preventivamente e diminuir o intervalo de dias entre elas. Procedendo assim, evita-se a exposição da lavoura aos períodos de alta pressão de inóculo e ao predomínio de populações menos sensíveis aos triazóis.

Para as próximas safras, recomenda-se o desenvolvimento e registro de ingredientes ativos com mecanismos e; ou sítios de ação diferentes dos existentes atualmente, a fim de possibilitar e “estender” a prevalência de populações sensíveis aos atuais mecanismos de ação.



Local: Londrina – Paraná

**Figura 2.** Comportamento da sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a triazol, Londrina/PR.



Local: Londrina – Paraná

**Figura 3.** Comportamento da sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a estrobilurina, Londrina/PR.



## Resultados do monitoramento da sensibilidade de populações de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas

Lucimara Junko Koga<sup>1\*</sup>, Ivani de Oliveira Negrão Lopes<sup>1</sup>, Cláudia Vieira Godoy<sup>1</sup>

### Introdução

No grupo químico de fungicidas que inibe a demetilação de ergosterol (DMI), principal lipídio da membrana plasmática dos fungos, estão incluídos os triazóis (Gisi *et al.*, 2000; Zambolim *et al.*, 2007), principais produtos para controle de várias doenças em diferentes culturas (Mehl, 2009), inclusive a ferrugem asiática da soja (FAS) causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.

O grupo das ferrugens é classificado como patógenos de baixo risco de resistência (Brent, 1999). Entretanto, *P. pachyrhizi* apresenta fatores múltiplos de virulência, alta variabilidade genética, esporulação abundante, curto período de multiplicação e grande número de hospedeiros (Hartman *et al.*, 2005; Slaminko, *et al.*, 2008; Yamaoka *et al.*, 2002) aliado ao fato da cultura da soja ocorrer em grandes áreas, com alta frequência de aplicações de fungicidas proporcionada pela extensa janela de semeadura, utilização de sub-doses pelos produtores e aplicações curativas, devido ao alto nível de eficiência dos DMIs no controle da FAS a partir da doença já instalada (Miles *et al.*, 2007). Esses fatores do patógeno e da cultura associados vêm aumentando a pressão de seleção de populações menos sensíveis aos fungicidas.

Antes do lançamento de qualquer produto químico para uso em escala comercial, é de grande importância a obtenção de dados sobre a faixa natural de sensibilidade das populações expostas a esse fator de seleção. Naturalmente existem, em uma população de patógenos, indivíduos resistentes em baixa frequência, que pode aumentar levando toda a população a um novo equilíbrio menos sensível (Koller & Scheipflug, 1987). O ideal seria comparar as respostas das populações de *P. pachyrhizi* presentes hoje com a faixa de suscetibilidade de populações não expostas aos fungicidas DMIs, mas mesmo antes da entrada da ferrugem no Brasil, em 2001, esses produtos já eram utilizados na cultura para outros alvos.

De acordo com Edgington *et al.* (1971) os fungicidas podem ser classificados em quatro categorias de fungitoxicidade e sensibilidade *in vitro*: i) DL50 < 1 ppm: alta fungitoxicidade e sensibilidade; ii) DL50 1 –

<sup>1</sup> Embrapa Soja; Caixa Postal 231, CEP 86001-970, e-mail: godoy@cnpso.embrapa.br; \*Bolsista do CNPq

10 ppm: moderada fungitoxicidade e sensibilidade; iii) DL50 10 – 50 ppm: baixa fungitoxicidade e sensibilidade; e iv) DL50 > 50 ppm: não fungitóxico e insensibilidade ao fungicida.

O objetivo do trabalho foi monitorar a sensibilidade das populações de *P. pachyrhizi* ao longo da safra, em diferentes regiões produtoras de soja no Brasil, para acompanhar possíveis mudanças na média dos valores da dose letal para matar 50% da população (DL50) com a utilização dos triazóis ciproconazol, metconazol, tebuconazol e prothioconazol.

### Material e métodos

Foram recebidas amostras de folhas de soja infectadas por *P. pachyrhizi* coletadas de lavouras comerciais durante a safra 2008/09 (Tabelas 1 e 2). As folhas foram acondicionadas em sacos de papel ou plástico e enviadas pelo correio. Imediatamente após o recebimento, o material foi armazenado em refrigerador/BOD a 5 °C até o seu processamento.

O fungo *P. pachyrhizi* é um patógeno biotrófico, cuja multiplicação requer hospedeiro vivo e o mecanismo de ação dos triazóis testados não age paralisando o processo de germinação dos uredinióporos, mas sim após o início do crescimento do tubo germinativo, quando inicia a síntese de ergosterol. Por essa razão foi utilizada a metodologia da folha destacada recomendada pelo FRAC (Fungicide Resistance Action Comittee). A cultivar BRS 154 foi semeada periodicamente em casa-de-vegetação de vidro, na ausência da FAS, para coleta de folhas unifolioladas e primeiro trifólio com até no máximo quatro semanas de idade.

Para realizar o cálculo das DL50, as doses dos fungicidas utilizados foram estabelecidas para obter de zero a 100 % de controle da FAS. Os triazóis avaliados foram o tebuconazol (Folicur EC200®), ciproconazol (Alto 100®), metconazol (Caramba®), e prothioconazol (Proline®) nas concentrações de 0,0; 0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 32,0 µg L<sup>-1</sup> (ppm). Os triazóis selecionados foram os que apresentam registro para aplicações isoladas ou alta eficiência no controle da FAS em ensaios realizados no campo (Godoy *et al.*, 2007).

Os folíolos da cultivar BRS 154 foram coletados e levados para laboratório onde foram imersos nas soluções com os fungicidas nas diferentes concentrações contidas em copos plásticos descartáveis por 5 segundos. Em seguida foram colocados sobre dois papéis absorventes saturados com água destilada esterilizada com a face abaxial voltada para cima, dentro de placas de Petri de 15 cm de diâmetro. As placas foram deixadas de 18 a 24 horas para possibilitar que a solução fungicida remanescente nos folíolos secasse. Somente então se procedeu a inoculação por atomização com aerógrafo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições sendo cada repetição constituída por uma placas de petri com três folíolos. Os urediniósporos foram coletados, a vácuo, das amostras de folhas recebidas, diluídos em água com 0,1% de Tween 20, agitados, e então filtrados para eliminar as impurezas. A quantificação foi realizada com hemacitômetro com concentrações que variaram de  $3,6 \times 10^4$  a  $77,7 \times 10^4$  urediniósporos mL<sup>-1</sup> de água destilada. Buscou-se obter a máxima concentração possível de cada amostra.

Foi avaliada a germinação das amostras utilizadas, a partir de 1 mL da suspensão de urediniósporos, em cinco poços da placa de poliestireno microT plana (PCR). As placas de PCR foram incubadas em B.O.D. a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  por 4 horas sendo realizada a estimativa da porcentagem de germinação com auxílio do microscópio ótico com aumento de 10 x. Os urediniósporos foram considerados germinados quando o comprimento do tubo germinativo ultrapassou o diâmetro do esporo.

Após a inoculação com aerógrafo, as placas com os folíolos foram incubadas em câmaras de crescimento, com temperatura entre  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , com 12 horas de fotoperíodo, umidade relativa mínima de 60% por 15 dias. Após 15 dias foram realizadas as avaliações de severidade com auxílio da escala diagramática (Godoy *et al.*, 2006).

A porcentagem de controle de cada fungicida foi calculada conforme a equação:  $PC = 100(1 - X_{ij}) / X_{\max}(\text{test})$ , onde: PC é a porcentagem de controle,  $X_{ij}$  é a severidade observada na concentração  $i$  da repetição  $j$ ,  $X_{\max}(\text{test})$  é a severidade máxima observada no tratamento testemunha. Os dados foram linearizados pela função logaritmo da porcentagem de controle, na base 10. As estimativas das doses letais (DL50) foram obtidas pelo modelo de regressão probit, contido no Proc Probit, do sistema SAS® Versão 9.1.3, onde foi desenvolvido o programa que analisou os dados desses experimentos. O teste qui-quadrado de Pearson foi usado para verificar a qualidade de ajuste do modelo probit aos dados (Finney, 1971) e o teste t foi aplicado às estimativas dos parâmetros  $a$  e  $b$  do modelo probit  $PC = a + b \cdot \text{Log}_{10}(\text{concentração})$ , com o objetivo de avaliar se o efeito de concentração ( $H_0b: b=0$ ) e a porcentagem de controle na concentração zero ( $H_0a: a=0$ ) eram significativos ( $P_a, P_b < 0,05$ ). Para medir a resistência cruzada entre os pares de fungicidas, os valores de DL50 foram correlacionados e os coeficientes de correlação ( $r$ ) calculados.

## Resultados

Foram recebidas 97 amostras de diferentes regiões do país, dentre as quais não foram utilizadas 54. Na Tabela 1 é possível verificar que os principais problemas para o não aproveitamento das amostras foram o

envio de quantidade insuficiente de folhas, o que fazia com que chegassem muito secas, ou se em quantidade suficiente, as folhas apresentavam baixa severidade da FAS. Em outros casos, os pacotes foram envoltos em plástico o que ocasionou a queima e o apodrecimento das folhas. Um dos fatores que mais prejudicou as condições das amostras foi o período decorrido entre a coleta e o envio, que chegou a até dez dias.

As demais sete amostras (Tabela 1) foram utilizadas, entretanto, em razão possivelmente da baixa viabilidade dos urediniósporos, não desenvolveram doença suficiente para possibilitar a diferenciação entre as concentrações e os produtos avaliados.

**Tabela 1.** Quantidade de amostras recebidas por Estado, dias decorridos da coleta ao recebimento e os principais motivos para a não utilização das amostras, safra 2008/09.

Estado	Número de amostras	Dias da coleta ao recebimento	Principais motivos
MT	11	5 a 10	poucas folhas, sem ferrugem, grampeadas
MG	8	3 a 10	boa quantidade, mas velhas ou apodrecendo
RS	8	3 a 5	poucas folhas, secas, sem ferrugem
MS	7	4 a 6	poucas folhas, sem ferrugem, apodrecendo
GO	6	3 a 5	poucas folhas, secas
PR	6	1 a 3	poucas folhas, sem ferrugem
BA	3	4 a 7	boa quantidade, mas velhas ou apodrecendo
SP	1	2	boa quantidade, guardadas no nitrogênio
SC	1	2	boa quantidade, mas sem ferrugem
RS	1	4	poucas folhas
TO	1	6	boa quantidade, mas secas
MA	1	6	boa quantidade, mas apodrecendo
<b>Total</b>	<b>54</b>	-	-
-	7	-	problemas após a inoculação
<b>Total</b>	<b>61</b>	-	-

Entre as amostras utilizadas (Tabela 2) não foi realizada a padronização da concentração de inóculo, pois a partir de observações de ensaios feitos previamente, foi constatado que ocorre queda significativa da porcentagem de germinação em urediniósporos coletados de folhas trazidas do campo e processadas em dias subsequentes a coleta. Por isso foram utilizadas as máximas concentrações possíveis de cada amostra.

Foi realizada a regressão linear dos valores de porcentagem de germinação e severidade ( $r = 0,58$   $P = 0,0006$ ) e concentração de inóculo e severidade ( $r = 0,24$   $P = 0,18$ ) onde verificou-se que a porcentagem de germinação apresentou coeficiente de correlação significativo no desenvolvimento da doença (severidade) o que não ocorreu com a concentração de inóculo.

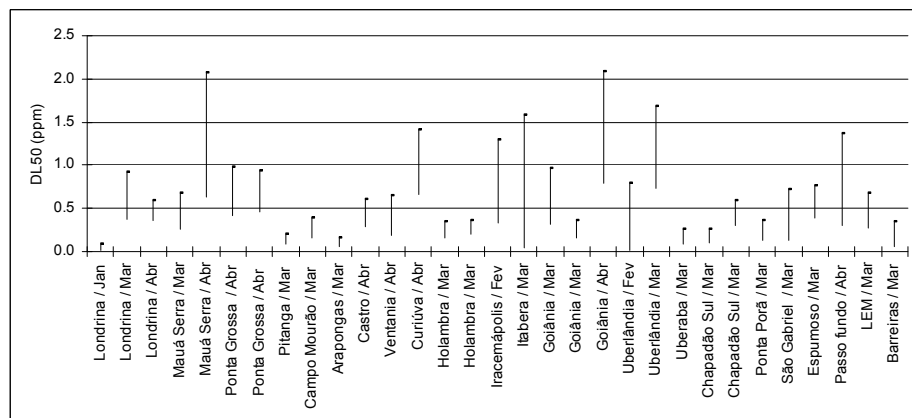
**Tabela 2.** Quantidade de amostras recebidas por Estado, dias decorridos da coleta ao recebimento e à inoculação, concentração de inóculo ( $[ \times 10^4 ]$ ), germinação e severidade máxima (%) entre as amostras utilizadas, safra 2008/09.

Estados	Nº de amostras	Dias coleta ao recebimento	Dias coleta a inoculação	[ ] $\times 10^4$	Germinação %	Germinação Média %	Sev. máxima %
PR	14	0 a 2	0 a 5	3,6 a 77,7	11,7 a 89,0	40,7	7,0 a 45,0
MS	5	2 a 6	3 a 6	4,2 a 49,2	4,2 a 9,3	6,4	4,0 a 10,0
SP	4	1 a 3	1 a 6	9,0 a 12,0	10,0 a 31,5	21,1	7,0 a 18,0
MG	3	3 a 4	4 a 7	6,0 a 32,2	3,0 a 29,7	12,8	0,6 a 15,0
GO	3	2 a 5	3 a 5	7,9 a 23,3	5,0 a 13,6	10,6	7,0 a 10,0
RS	2	5	7	23,0 a 72,0	11,0 a 45,0	28,0	12,0 a 25,0
BA	2	3 a 5	3 a 5	22,5 a 42,2	5,3 a 12,7	9,0	3,0 a 30,0
MT	2	4 a 7	5 a 7	10,5 a 18,5	4,0 a 5,7	4,7	4,0 a 5,0
MA	1	5	6	9,0	7,0	7,0	7,0
<b>Total</b>	<b>36</b>	-	-	-	-	-	-

As estimativas das doses letais (DL50) foram realizadas utilizando-se as quatro repetições de cada concentração do fungicida, ao invés de adotar as porcentagens médias de controle. Embora as estimativas de DL50 obtidas a partir das porcentagens médias de controle tenham fornecido um modelo com maior qualidade de ajuste, os modelos ajustados a partir das repetições forneceram intervalos de confiança menores para as DL50, indicando que as respectivas estimativas foram mais precisas.

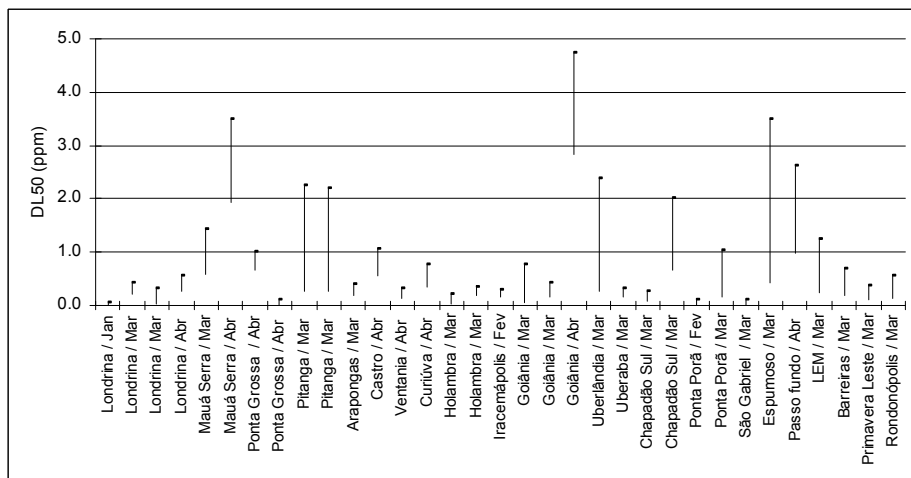


**Sensibilidade ao Ciproconazol.** Diferenças nos valores de DL50 (utilizando as formulações comerciais) entre as populações foram estatisticamente significativas ( $P < 0,01$ ) tanto para o modelo quanto para a reta. Os valores de DL50 nas populações de *P. pachyrhizi* expostas ao ciproconazol variaram de 0,06 ppm a 1,37 ppm, com limites inferiores e superiores variando de 0,02 ppm a 0,78 ppm e 0,08 a 2,09, respectivamente (Figura 1). A média do valor de DL50 foi 0,53 ppm para o ciproconazol. A população de Londrina, PR, coletada em janeiro foi a mais sensível ao ciproconazol e a menos sensível foi a população de Goiânia, GO, coletada no mês de abril.



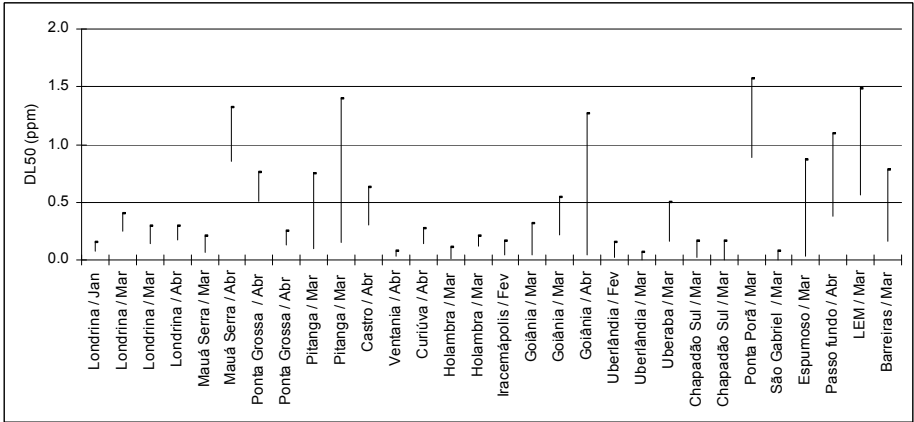
**Figura 1.** Distribuição dos valores de DL50 ao ciproconazol e seus respectivos limites inferior e superior de sensibilidade das populações de campo de *P. pachyrhizi* de várias regiões produtoras de soja do Brasil, safra 2008/09.

**Sensibilidade ao Metconazol.** Variações na suscetibilidade ao metconazol das populações de *P. pachyrhzi* foram significativas. Na safra 2008/09, os valores de DL50 foram de 0,02 ppm a 3,89 ppm com limites inferiores variando de 0,01 ppm a 2,83 ppm e superiores entre 0,05 a 4,73 (Figura 2). A média do valor de DL50 foi 0,77 ppm para o metconazol. Como ocorreu com o cirpoconazol a população de Londrina, PR, coletada em janeiro foi a mais sensível e a menos sensível foi a população de Goiânia, GO, coletada no mês de abril.



**Figura 2.** Distribuição dos valores de DL50 ao metconazol e seus respectivos limites inferior e superior de sensibilidade das populações de campo de *P. pachyrhzi* de várias regiões produtoras de soja do Brasil, safra 2008/09.

**Sensibilidade ao Tebuconazol.** Os valores de DL50 foram significativos, e variaram de 0,02 ppm a 1,28 ppm, com limites inferiores variando de 0,00 ppm a 0,89 ppm e superiores entre 0,07 a 1,57 (Figura 3). A média do valor de DL50 foi 0,38 ppm para o tebuconazol. As populações de Uberlândia, MG, e São Gabriel, MS, coletadas no mês de março foram as mais sensíveis e a população de Ponta Porã, MS, coletada em abril foi a menos sensível.



**Figura 3.** Distribuição dos valores de DL50 ao tebuconazol e seus respectivos limites inferior e superior de sensibilidade das populações de *P. pachyrhizi* de várias regiões produtoras de soja do Brasil, safra 2008/09.

**Sensibilidade ao Prothioconazol.** No caso do prothioconazol, não houve uma distribuição dos valores de DL50, pois com 0,25 ppm, as populações das amostras avaliadas não desenvolveram sintomas de FAS. Para a metodologia utilizada é necessária a utilização de concentrações abaixo de 0,25 ppm para estimar a DL50 do prothioconazol.

**Resistência Cruzada.** Ao se avaliar a possibilidade de resistência cruzada entre os triazóis analisados, não foi observada correlação significativa entre os DL50 dos ingredientes ativos ciproconazol x tebuconazol (Tabela 3). Entretanto os coeficientes de correlação entre ciproconazol x metconazol e metconazol x tebuconazol foram significativas a 5% (Tabela 3). Mais estudos são necessários para verificar a resistência cruzada entre os ingredientes ativos avaliados.

**Tabela 3.** Coeficientes de correlação entre os valores de DL50 dos triazóis ciproconazol, metconazol e tebuconazol nos isolados de *P. pachyrhizi* obtidos de diferentes regiões produtoras de soja no Brasil, safra 2008/09.

Ingrediente ativo	r <sup>§</sup>	P <sup>‡</sup>
Ciproconazol x Metconazol	0,44	0,0187
Ciproconazol x Tebuconazol	0,31	0,1111
Metconazol x Tebuconazol	0,43	0,0218

§ r = valores do coeficiente de correlação; ‡ coeficientes de correlação são significativos a  $P < 0,05$ .

## Discussão

De acordo com a escala de Edgington *et al.* (1971), os quatro triazóis avaliados apresentaram alta fungitoxicidade e as populações de *P. pachyrhizi* foram altamente sensíveis a esses fungicidas.

Apesar de ter ocorrido 13%, 27% e 10% de valores de DL50 entre 1 a 10 ppm no ciproconazol, metconazol e tebuconazol respectivamente, o que indica moderada fungitoxicidade e sensibilidade, esses valores foram observados, na maioria, nas coletas ao final da safra. Observações de menor sensibilidade do patógeno pode ser um sinal de controle bem sucedido, com indivíduos menos sensíveis se concentrando em uma população sobrevivente pequena, uma vez que as coletas eram realizadas em campo com aplicações de fungicidas (Schulz & Scheinpflug, 1986; Brent, 1999). Mas no caso de amostras enviadas de áreas sem aplicações de fungicidas, pode ser a deriva das aplicações das áreas próximas. Em ambos os casos, pode ser apenas a flutuação normal dos genótipos das populações de patógenos durante a safra.

O desenvolvimento da resistência aos DMI's ocorre de forma quantitativa, gradual, ou seja, a partir da seleção direcional. Apesar do seu modo de ação ser específico (ação em um processo metabólico), e ser intensivamente utilizado como fungicida de amplo espectro, a seleção de resistência aos DMI's não ocorre de forma súbita ou completa, possivelmente

em função a adaptabilidade patogênica das sub-populações resistentes (Koller & Scheipflug, 1987; Niklaus *et al.*, 2006). Evidências experimentais sugerem que os mutantes resistentes aos triazóis são menos adaptados do que as sub-populações sensíveis. Mesmo sendo selecionados no campo, genótipos resistentes parecem não ser suficientemente vigorosos para competir com sucesso com os genótipos sensíveis e aumentar a sua frequência (Dekker, 1985). Por essa razão as avaliações de sensibilidade devem sempre ser feitas a partir das amostras recebidas do campo e não de multiplicações dessas amostras, pois possivelmente ocorrerá à prevalência da sub-população sensível sobre a resistente durante o processo de multiplicação.

## Referências

BRENT, K.J. **Resistência a fungicidas em patógeno de plantas cultivadas: como manejá-la?** [S.l.: s.n.], 1999. (FRAC Monograph N° 1).

DEKKER, J. The fungicide resistance problem: will it grow worse? **EPPO Bulletin**, v.15, p.337-344, 1985.

EDGINGTON, L.V.; KHEW, K.L.; BARRON, G.L. Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. **Phytopathology**, v.61, p.42-44, 1971.

FINNEY, D.J. **Probit analysis**. 2.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1971.

GISI, U.; CHIN, K.M.; KNAPOVA, G.; KÜNG FÄRBER, R.; MOHR, U.; PARISI, S.; SIEROTZKI, H.; STEINFELD, U. Recent developments in elucidating modes of resistance to phenylamides, DMI and strobilurin fungicides. **Crop Protection**. v.38, p.1328-1349, 2000.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 1, p.63-68, 2006.

HARTMAN, G.L.; MILES, M.R.; FREDERICK, R.D. Breeding for resistance to soybean rust. **Plant Disease**. v.89, p.664-665, 2005.

KÖLLER, W.; SCHEINPFLUG, H. Fungal resistance to sterol biosynthesis inhibitors: a new challenge. **Plant Disease**. v.71, n.12, p.1066-1074, 1987.

MEHL, A. *Phakopsora pachyrhizi*: sensitivity monitoring and resistance management strategies for DMI and QoI fungicides. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5., MERCOSOJA 2009, Goiânia. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2009. 1CD-ROM. Editado por Adilson de Oliveira Júnior, Odilon Ferreira Saraiva, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, César de Castro.

MILES, M.R.; LEVY, C.; MOREL, W.; MÜELLER, T.; STEINLAGE, T.; VAN RIJ, N.; FREDERICK, R.D.; HARTMAN, G.L. International fungicide efficacy trials for the management of soybean rust. **Plant Disease**. v.91, n.11. p.1450-1458, 2007.

NIKLAUS, J.; GRÜNWALD, N.J.; STURBAUM, A.K.; MONTES, G.R.; SERRANO, E.G.; LOZOYA-SALDANA, H.; FRY, W.E. Selection for fungicide resistance within a growing season in field populations of *Phytophthora infestans* at the center of origin. **Phytopathology**, v.96, p.1397-1403, 2006.

SAS/STAT Version 9.1.3 of the SAS system for Windows, Copyright (c) 2002-2003 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SCHULZ, U.; SCHEINPFLUG, H. Investigations on sensitivity and virulence dynamics of *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* with and without triadimenol treatment. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE, 1986, Surrey. **Pests & diseases**, Surrey: Thonton Heath, 1986. p. 531-538

SLAMINKO, T. L.; MILES, M. R.; FREDERICK, R. D.; BONDE, M. R.; HARTMAN, G. L. New legume hosts of *Phakopsora pachyrhizi* based on greenhouse evaluations. **Plant Disease**. v.92, p.767-771, 2008.

YAMAOKA, Y.; FUJIWARA, Y.; KAKISHIMA, M.; KATSUYA, K.; YAMADA, K.; HAGIWARA, H. Pathogenic races of *Phakopsora pachyrhizi* on soybean and wild host plants collected in Japan. **Journal of General Plant Pathology**, v.68, p.52-56, 2002.

ZAMBOLIM, L.; VENÂNCIO, W.S.; OLIVEIRA, S.H.F. **Manejo da resistência de fungos a fungicidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 168p



**Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2008/09. Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.**

Cláudia V. Godoy<sup>1</sup>, Luis Henrique C. P. da Silva<sup>2</sup>, Carlos M. Utiamada<sup>3</sup>, Fabiano V. Siqueri<sup>4</sup>, Ivani de O. N. Lopes<sup>1</sup>, Alexandre D. Roeses<sup>5</sup>, Andréia Q. Machado<sup>6</sup>, Carlos A. Forcelini<sup>7</sup>, Cláudia B. Pimenta<sup>8</sup>, Cley Donizeti M. Nunes<sup>9</sup>, Daniel Cassetari Neto<sup>10</sup>, David S. Jaccoud Filho<sup>11</sup>, Donizeti A. Fornarolli<sup>12</sup>, Dulândula S. Miguel-Wruck<sup>13</sup>, Edison U. Ramos Junior<sup>14</sup>, Edson P. Borges<sup>15</sup>, Fernando C. Juliatti<sup>16</sup>, Heraldo R. Feksa<sup>17</sup>, Hercules D. Campos<sup>2</sup>, José Nunes Junior<sup>18</sup>, Juliana R. C. Silva<sup>19</sup>, Leila M. Costamilan<sup>20</sup>, Luciana C. Carneiro<sup>21</sup>, Luiz Nobuo Sato<sup>3</sup>, Marcelo G. Canteri<sup>22</sup>, Marcio A. Ito<sup>23</sup>, Marcos M. Iamamoto<sup>24</sup>, Margarida F. Ito<sup>25</sup>, Maurício C. Meyer<sup>1</sup>, Mauro Junior N. da Costa<sup>26</sup>, Moab D. Dias<sup>27</sup>, Mônica C. Martins<sup>28</sup>, Pedro V. L. Lopes<sup>28</sup>, Plínio I. M. Souza<sup>29</sup>, Ricardo Barros<sup>30</sup>, Ricardo S. Balardin<sup>31</sup>, Seiji Igarashi<sup>22</sup>, Sergio A. da Silva<sup>29</sup>, Silvânia H. Furlan<sup>32</sup>, Valtemir J. Carlin<sup>33</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Soja, Cx. Postal 231, 86001-970, Londrina, PR

<sup>2</sup>FESURV, Cx. Postal 104, 75901-970, Rio Verde, GO

<sup>3</sup>TAGRO, 86070-460, Londrina, PR

<sup>4</sup>Fundação Mato Grosso, Cx. Postal 79, Rondonópolis, MT

<sup>5</sup>Embrapa Agropecuária Oeste, Cx. Postal 661, 79804-970, Dourados, MS

<sup>6</sup>UNIVAG, Av. Dom Orlando Chaves, 2655, 78118-000, Varzea Grande, MT

<sup>7</sup>Universidade de Passo Fundo, 99001-970, Passo Fundo, RS

<sup>8</sup>SEAGRO, Rua Jornalista Geraldo Vale 331, 74130-012, Goiânia, GO

<sup>9</sup>Embrapa Clima Temperado, Cx. Postal 403, 96001-970, Pelotas, RS

<sup>10</sup>UFMT, Cx. Postal 3227, 78060-970, Cuiabá, MT

<sup>11</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa, CEP 84030-900, Ponta Grossa, PR

<sup>12</sup>Faculdade Integrado de Campo Mourão, Rodovia BR 158, KM 207, 87300-970, Campo Mourão, PR

<sup>13</sup>Epamig, Cx. Postal 351, 38001-970, Uberaba, MG

<sup>14</sup>Apta Regional do Sudoeste Paulista/ DDD, Cx. Postal 62, 18300-970, Capão Bonito, SP

<sup>15</sup>Fundação Chapadão, Cx. Postal 39, 79560-000, Chapadão do Sul, MS

<sup>16</sup>Universidade Federal de Uberlândia, 38.400-902, Uberlândia, MG

<sup>17</sup>Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, Praça Nova Pátria s/n, 85139-400, Guarapuava, PR

<sup>18</sup>Centro Tecnológico Para Pesquisas Agropecuárias - CTPA, Av. Assis Chateaubriand 1491, 74130-012, Goiânia, GO

<sup>19</sup>Campos Carregal Pesquisa e Tecnologia Agrícola Ltda., 75907-454, Rio Verde, GO

<sup>20</sup>Embrapa Trigo, Cx. Postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS,

<sup>21</sup>Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, Cx. Postal 75801-615, Jataí, GO

<sup>22</sup>Universidade Estadual de Londrina, Cx. Postal 6001, 86051-990, Londrina, PR

<sup>23</sup>Apta Regional do Sudoeste Paulista/ DDD, Cx. Postal 33, 18270-000, Tatui, SP

<sup>24</sup>McIamamoto Assessoria em Fitopatologia, 14883-218, Jaboticabal, SP

<sup>25</sup>Instituto Agrônomo – IAC, Cx. Postal 28, CEP 13012-970, Campinas, SP

<sup>26</sup>Fundação Rio Verde, Cx. Postal 159, 78455-000, Lucas do Rio Verde, MT

<sup>27</sup>Universidade Federal do Tocantins, Cx. Postal 66, 77402-970, Gurupi, TO

<sup>28</sup>Fundação de apoio à pesquisa e desenvolvimento do Oeste Baiano, Cx. Postal 853, 47850-000, Luís Eduardo Magalhães, BA

<sup>29</sup>Embrapa Cerrados, Cx. Postal 8223, 73301-970, Planaltina, DF

<sup>30</sup>Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, Cx. Postal 105, 79150-000, Maracaju, MS

<sup>31</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Cx. Postal 5025, 97111-970, Santa Maria, RS

<sup>32</sup>Instituto Biológico, Cx. Postal 70, 13001-970, Campinas, SP

<sup>33</sup>Agrocinâmica, Cx. Postal 395, 78300-000, Tangará da Serra, MT



As doenças que incidem na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] têm assumido papel importante na definição da produtividade da cultura, safra após safra. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20% (Tecnologias, 2008). A utilização de fungicidas para controle de doenças na cultura iniciou com o surto epidêmico de oídio [*Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takam], na safra 1996/97. Posteriormente, o aumento da incidência das doenças de final de ciclo [*Septoria glycines* Hemmi e *Cercospora kikuchii* (Tak. Matsumoto & Tomoy.) M.W. Gardner], principalmente em função do cultivo intensivo e da ausência de rotação de culturas, também demandaram o registro de fungicidas. Com o surgimento da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.), no Brasil, em 2001 (Yorinori *et al.*, 2005) o uso de fungicidas foi intensificado e novas moléculas foram registradas para o controle de doenças na cultura. Informações sobre a eficiência de fungicidas para controle das diferentes doenças são cada vez mais necessárias para orientar a sua correta utilização no campo.

Com o objetivo de comparar os diferentes produtos para o controle da ferrugem asiática da soja, vêm sendo realizados ensaios nas principais regiões produtoras desde a safra 2003/04 (Godoy, 2005a,b; Godoy *et al.*, 2007). O delineamento dos ensaios não tem como objetivo avaliar o momento da aplicação e o residual dos diferentes produtos, sendo o único objetivo a comparação dos produtos, em uma mesma situação.

## Material e métodos

Na safra 2008/09, os ensaios cooperativos foram realizados por 30 instituições: Agrodinâmica, IAC/DDD/APTA, CTPA, Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Cerrados, Embrapa Clima Temperado, Embrapa Soja, Embrapa Trigo, Epamig, Faculdade Integrado de Campo Mourão, Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, Fesurv, Fundação de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento do Oeste da Bahia, Fundação Chapadão, Fundação Rio Verde, Fundação Mato Grosso, Fundação Mato Grosso do Sul, Instituto Biológico, MCI, Instituto Phytus, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Universidade Federal de Uberlândia, Univag, Seagro, Universidade Federal do Mato Grosso, Universidade de Passo Fundo, Universidade Estadual de Londrina, Universidade Federal de Goiás, Universidade Federal do Tocantins e Tagro.

Foram conduzidos dois protocolos com os produtos aprovados na Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil (RPSRCB) (Tabela 1) e novos produtos (Tabela 2). Os padrões azoxistrobina 60 g i.a. ha<sup>-1</sup> + ciproconazol 24 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Priori Xtra®) + Nimbus 0,5% v/v e tebuconazol 100 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Folicur®) foram comuns nos dois protocolos. As listas de

tratamentos, o delineamento experimental e as avaliações foram padronizados para sumarização conjunta, sendo realizados de acordo com as normas para avaliação e recomendação de fungicidas para a cultura da soja (Reunião, 2009). Os ensaios foram realizados em duas épocas de semeadura, ou seja, no início e no final da estação de cultivo, com o objetivo de verificar o comportamento dos produtos nas duas situações.

**Tabela 1.** Ingrediente ativo (i.a.), produto comercial (p.c.) e doses dos tratamentos com os fungicidas aprovados na Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil (RPSRCB) para controle da ferrugem asiática da soja.

Tratamento	dose	Produto comercial (p.c.)	dose
Ingrediente ativo (i.a.)	g i.a. ha <sup>-1</sup>		L p.c. ha <sup>-1</sup>
1. testemunha			
2. azoxistrobina + ciproconazol	60 + 24	Priori Xtra <sup>1</sup>	0,30
3. ciproconazol + propiconazol	24 + 75	Artea	0,30
4. epoxiconazol	50	Virtue	0,40
5. flutriafol	62,5	Impact 125 SC <sup>2</sup>	0,50
6. metconazol	54	Caramba	0,60
7. piraclostrobina + epoxiconazol	66,5 + 25	Opera <sup>3</sup>	0,50
8. tebuconazol	100	Folicur	0,50
9. tebuconazol	100	Orius	0,40
10. tetraconazol	50	Domark 100 EC <sup>4</sup>	0,50
11. tetraconazol	50	Eminent	0,40
12. tebuconazol	100	Tebuco Nortox	0,50
13. tiofanato metílico + flutriafol	300 + 60	Celeiro <sup>5</sup>	0,60
14. trifloxistrobina + ciproconazol	56,2 + 24	Sphere <sup>6</sup>	0,30
15. trifloxistrobina + tebuconazol	50 + 100	Nativo <sup>7</sup>	0,50
16. picoxistrobina + ciproconazol	200 + 80	Aproach Prima <sup>8</sup>	0,30

<sup>1</sup>adicionado Nimbus 0,5% v/v; <sup>2</sup>adicionado Agefix 1% v/v; <sup>3</sup>adicionado Assist 0,5 L ha<sup>-1</sup>; <sup>4</sup>adicionado Agtem 0,5 L ha<sup>-1</sup>; <sup>5</sup>adicionado Iharol 1% v/v ou utilizado Impact Duo adicionado de Agefix 1% v/v; <sup>6</sup>adicionado 250 mL ha<sup>-1</sup> de óleo; <sup>7</sup>adicionado 500 mL ha<sup>-1</sup> de Áureo; <sup>8</sup>adicionado Nimbus 0,5 L ha<sup>-1</sup>

**Tabela 2.** Ingrediente ativo (i.a.), produto comercial (p.c.) e doses dos tratamentos com novos fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja.

Tratamento: Ingrediente ativo (i.a.)	dose g i.a. ha <sup>-1</sup>	Produto comercial (p.c.)	dose L p.c. ha <sup>-1</sup>
1. testemunha			
2. azoxistrobina + ciproconazol	60 + 24	Priori Xtra <sup>1</sup>	0,30
3. tebuconazol	100	Folicur	0,50
4. ciproconazol + trifloxistrobina	24 + 56	SphereMax <sup>2</sup>	0,15
5. ciproconazol + difenoconazol	45 + 75	Cypress <sup>3</sup>	0,30
6. ciproconazol + tiametoxam	45 + 45	Adante <sup>4</sup>	0,15
7. tetraconazol + azoxistrobina + tiofanato metílico	50 + 50 + 250	PNR <sup>1,9</sup>	0,5+0,2+0,5
8. tetraconazol + azoxistrobina	50 + 50	PNR <sup>1,9</sup>	0,5 + 0,2
9. prothioconazole + trifloxistrobina	70 + 60	PNR <sup>5,9</sup>	0,4
10. tebuconazol + carbendazin	100 + 200	PNR <sup>6,9</sup>	0,8
11. miclobutanil + azoxistrobina	100 + 60	PNR <sup>1,9</sup>	0,4 + 0,24
12. piraclostrobina + metconazol	65 + 40	PNR <sup>9</sup>	0,5
13. piraclostrobina + epoxiconazol	65 + 40	PNR <sup>7,9</sup>	0,25
14. carbendazin + flutriafol + azoxistrobina	300 + 50,4 + 50	PNR <sup>8,9</sup>	0,6 + 0,2
15. flutriafol + azoxistrobina	62,5 + 50	PNR <sup>8,9</sup>	0,5 + 0,2

<sup>1</sup>adicionado Nimbus 0,5% v/v; <sup>2</sup>adicionado Áureo 0,5 L ha<sup>-1</sup>; <sup>3</sup>adicionado Nimbus 0,3 L ha<sup>-1</sup>;

<sup>4</sup>adicionado Nimbus 0,6 L ha<sup>-1</sup>; <sup>5</sup>adicionado Áureo 0,4 L ha<sup>-1</sup>; <sup>6</sup>adicionado Nimbus 0,5 L ha<sup>-1</sup>;

<sup>7</sup>adicionado Dash HC 0,3% v/v; <sup>8</sup>adicionado Nimbus 0,4 L ha<sup>-1</sup>; <sup>9</sup>PNR – produto não registrado.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo cada repetição constituída de parcelas com no mínimo seis linhas de cinco metros. As aplicações foram realizadas nos estádios R1/R2 (florescimento/ florescimento pleno) e as reaplicações em intervalo máximo de 21 dias. Nos locais onde houve incidência da ferrugem no estágio vegetativo, as aplicações foram realizadas nos primeiros sintomas e as reaplicações em intervalo máximo de 14 dias, totalizando três aplicações durante o ciclo. Para a aplicação dos produtos foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub> e volume de aplicação mínimo de 120 L ha<sup>-1</sup>.

Foram realizadas avaliações da severidade da ferrugem no momento da aplicação dos produtos e sete a 14 dias após a última aplicação, da severidade de outras doenças, da desfolha quando a testemunha apresentou ao redor de 80%, da produtividade em uma área mínima de 5 m<sup>2</sup> centrais de cada parcela e do peso de 100 grãos. As avaliações de severidade foram realizadas com auxílio de escalas diagramáticas (Martins *et al.*, 2004; Godoy *et al.*, 2006) para diminuir a variação da estimativa entre os locais. Para a análise conjunta, foram utilizadas as avaliações de severidade da ferrugem, realizadas próximo ao estágio fenológico R6 (vagens com 100% de granação) e produtividade.

Foram realizadas análises de variância exploratória, para cada local. Nas análises individuais foram verificadas a significância do efeito de blocos, o quadrado médio residual, o coeficiente de variação, a assimetria, a curtose, a normalidade da distribuição de resíduos (Shapiro & Wilk, 1965), a aditividade do modelo estatístico (Tukey, 1949) e a homogeneidade de variâncias dos tratamentos, por meio do teste de Burr & Foster (1972).

As análises conjuntas dos resultados dos ensaios foram realizadas utilizando o teste de comparações múltiplas de médias de Tukey ( $p = 0,05$ ), no programa SAS/STAT® (2001).

## Resultados

Foram realizados 41 ensaios com os produtos da Tabela 1 (28 ensaios sem sintomas e 13 com sintomas no momento da primeira aplicação) e 42 ensaios com os produtos da Tabela 2 (28 ensaios sem sintomas e 14 com sintomas no momento da primeira aplicação), nas principais regiões produtoras, por diferentes instituições (Tabela 3).

**Tabela 3.** Instituições, locais, presença (1) ou ausência (0) de sintomas de ferrugem na primeira aplicação (incidência), época de semeadura no início (1) e final (2) da época normal de cultivo e protocolo realizado com os produtos da Tabela 1 e Tabela 2, para controle de ferrugem da soja. Safra 2008/09.

Instituição	Município, Estado	Incidência; época de semeadura	Protocolo
1 Agrodinâmica	Tangará da Serra, MT	0; 1	1,2
2 Agrodinâmica	Tangará da Serra, MT	0; 2	1,2
3 CTPA / SEAGRO	Senador Canedo, GO	1; 1	1,2
4 CTPA / SEAGRO	Senador Canedo, GO	1; 2	1,2
5 Embrapa Agropecuária Oeste	Ponta Porã, MS	0; 1	1,2
6 Embrapa Cerrado	Planaltina, DF	0; 2	1,2
7 Embrapa Clima Temperado	Pelotas, RS	0; 1	1,2
8 Embrapa Soja	Goiânia, GO	0; 2	1,2
9 Embrapa Soja	Londrina, PR	1; 2	1,2
10 Embrapa Trigo	Passo Fundo, RS	0; 2	2
11 Epamig	Uberaba, MG	0; 2	1,2
12 Faculdade Integrado de Campo Mourão	Campo Mourão, PR	0; 1	1,2
13 Faculdade Integrado de Campo Mourão	Campo Mourão, PR	1; 2	1,2
14 FAPA	Entre Rios, PR	0; 1	1
15 FAPA	Entre Rios, PR	0; 2	2
16 Fesurv	Rio Verde, GO	0; 1	1
17 Fesurv	Rio Verde, GO	0; 1	2
18 Fesurv	Rio Verde, GO	1; 2	1,2
19 Fundação Bahia	Bela Vista, BA	0; 2	1,2
20 Fundação Bahia	São Desidério, BA	1; 2	1,2
21 Fundação Bahia	LEM, BA	1; 1	1,2
22 Fundação Chapadão	Chapadão do Sul, MS	0; 1	1,2
23 Fundação Chapadão	Chapadão do Sul, MS	0; 2	1,2
24 Fundação Rio Verde	Lucas do Rio Verde, MT	0; 1	1,2
25 Fundação Rio Verde	Lucas do Rio Verde, MT	0; 2	1,2
26 Fundação Mato Grosso	Campo Verde, MT	0; 1	1,2
27 Fundação Mato Grosso	Rondonópolis, MT	0; 2	1,2
28 Fundação MS	Antônio João, MS	0; 1	1,2
29 Fundação MS	Antonio João, MS	0; 2	2
30 IAC/ DDD/ APTA	Capão Bonito, SP	0; 1	1,2
31 IAC/ DDD/ APTA	Capão Bonito, SP	1; 2	1,2
32 Instituto Biológico	Itacemópolis, SP	1; 2	1,2
33 Instituto Biológico	Paulínia, SP	1; 2	2
34 Instituto Phytus	Santa Maria, RS	1; 1	1,2
35 Instituto Phytus	Santa Maria, RS	0; 2	1,2
36 MCI	Ipameri, GO	0; 1	1,2
37 MCI	Ipameri, GO	1; 2	1,2
38 Tagro	Londrina, PR	0; 2	1,2
39 UFMT/ Univag	Jaciara, MT	0; 1	1,2
40 UFMT/ Univag	Brasnorte, MT	0; 2	1,2
41 Universidade de Passo Fundo	Passo Fundo, RS	0; 1	1
42 Universidade de Passo Fundo	Passo Fundo, RS	0; 2	1
43 Universidade Estadual de Londrina	Londrina, PR	0; 1	1,2
44 Universidade Estadual de Ponta Grossa	Ponta Grossa, PR	0; 2	1,2
45 Universidade Federal de Goiás	Jataí, GO	1; 1	1,2
46 Universidade Federal de Uberlândia	Uberaba, MG	1; 2	1,2

Os ensaios foram sumarizados de acordo com a região (Cerrado e Sul); a época de semeadura (início e final); a presença ou ausência de sintomas na primeira aplicação. As tabelas com todas as análises individualizadas encontram-se disponíveis no site do Consórcio Antiferrugem, na palestra de sumarização dos ensaios cooperativos, na safra 2008/09 ([www.consortioantiferrugem.net](http://www.consortioantiferrugem.net)).

As tabelas finais apresentadas nesse trabalho basearam-se nas análises de todos os ensaios selecionados de acordo com critérios estatísticos e separados de acordo com a presença ou ausência de sintomas na primeira aplicação. Além dos critérios estatísticos, características técnicas como severidade da doença no tratamento testemunha em R6, correlações entre as variáveis severidade e produtividade e diferença estatística entre os tratamentos auxiliaram na seleção dos ensaios para a sumarização conjunta. Para a lista de tratamentos com os produtos aprovados na Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil (RPSRCB) (Tabela 1) foram utilizados 23 ensaios na análise conjunta de severidade (locais 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 18, 20, 21, 23, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 38, 44, 45, 46) e 20 ensaios para a análise conjunta de produtividade (locais 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 18, 20, 23, 25, 26, 30, 32, 34, 35, 38, 44, 45, 46), sendo 12 ensaios sem sintomas e 11 com sintomas na primeira aplicação para a análise de severidade e 11 ensaios sem sintomas e nove com sintomas na primeira aplicação para a análise de produtividade. Para a lista de tratamentos com os novos produtos (Tabela 2) foram utilizados 29 ensaios na análise conjunta de severidade (locais 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 40, 44, 45, 46) e 27 ensaios para a análise conjunta de produtividade (locais 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 18, 20, 22, 23, 25, 26, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 40, 44, 45, 46), sendo 16 ensaios sem sintomas e 13 com sintomas na primeira aplicação para a análise de severidade e 16 ensaios sem sintomas e 11 com sintomas na primeira aplicação para a análise de produtividade.

### **Produtos aprovados na RPSRCB**

Na análise conjunta dos 23 ensaios, todos os tratamentos apresentaram severidade estatisticamente inferior à testemunha sem controle (Tabela 4). Os tratamentos que apresentaram a menor severidade foram azoxistrobina + ciproconazol (T2) e picoxistrobina + ciproconazol (T16). As maiores severidades foram observadas para os tratamentos com epoxiconazol (T4) e flutriafol (T5). A eficiência de controle para os melhores tratamentos foi de 73% (T2) e 69% (T16). A severidade apresentou alta correlação com a produtividade ( $r=-0,98$ ) na análise utilizando os 23 locais. De maneira geral, as misturas de triazóis e estrobilurinas (T2, T7, T14, T15 e T16), apresentaram uma maior eficiência

de controle quando comparadas com os triazóis sozinhos ou em mistura com benzimidazóis, sendo observado o controle com as misturas variando de 63% a 73%, e com os triazóis variando de 34% a 49%, e os grupos individualizados estatisticamente pelo teste de Tukey.

Na análise, agrupando os ensaios com e sem sintomas no momento da aplicação, de maneira geral, os tratamentos mais e menos eficientes mantiveram-se no mesmo grupo estatístico da análise conjunta com os 23 ensaios, sendo observadas pequenas mudanças na ordem dos tratamentos. Novamente as misturas de triazóis e estrobilurinas apresentaram maior eficiência de controle quando comparadas com os triazóis sozinhos ou em mistura com benzimidazóis, sendo observado o controle com as misturas na faixa de 69% a 77%, e com os triazóis variando de 37% a 60%, e separadas estatisticamente pelo teste de Tukey. Nos ensaios com sintomas no momento da aplicação, as misturas de triazóis e estrobilurinas separaram estatisticamente dos triazóis sozinhos ou em mistura com benzimidazóis e dentre os triazóis, os tratamentos com ciproconazol + propiconazol (T3) e metconazol (T6), apresentaram eficiência de controle superior aos demais.

Para a variável produtividade, nas três análises (20 ensaios, 11 sem sintomas e nove com sintomas no momento da aplicação), os melhores tratamentos mantiveram-se nos mesmos grupos estatísticos, sendo observadas pequenas mudanças na ordem dos tratamentos. As maiores produtividades foram observadas para os tratamentos com misturas de triazóis e estrobilurinas (T2, T7, T14, T15 e T16). A redução de produtividade, comparando a testemunha e o melhor tratamento, foi de 39%, para a média dos 20 ensaios. Para os ensaios sem sintomas na aplicação a redução de produtividade foi de 30% e para os ensaios aplicados com sintomas 52%.

**Tabela 4.** Severidade (%) e controle (%) da ferrugem, próxima ao estádio R6, para os diferentes tratamentos com os fungicidas aprovados na Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil (RPSRCB). Todos os locais (média de 23 ensaios), locais com a primeira aplicação realizada sem sintomas (média de 12 ensaios) e locais com a primeira aplicação realizada com sintomas (média de 11 ensaios). Safra 2008/09.

Tratamento (ingrediente ativo)	Dose g i.a. ha <sup>-1</sup>	Todos		Sem sintomas		Com sintomas	
		Severidade	Controle	Severidade	Controle	Severidade	Controle
1. testemunha		66 A		66 A		69 A	
2. azoxistrobina + ciproconazol <sup>1</sup>	60 + 24	18 I	73	15 L	77	21 E	70
3. ciproconazol + propiconazol	24 + 75	34 F	49	26 I	60	42 C	40
4. epoxiconazol	50	43 B	34	39 BC	40	48 B	31
5. flutriafol <sup>2</sup>	62,5	43 B	34	41 B	37	51 B	26
6. metconazol	54	38 CDE	42	35 FG	47	43 C	38
7. piraclostrobina + epoxiconazol <sup>3</sup>	66,5 + 25	21 H	68	19 JK	71	23 E	67
8. tebuconazol	100	37 E	44	32 GH	51	48 B	31
9. tebuconazol	100	40 C	39	37 DE	44	50 B	28
10. tetraconazol <sup>4</sup>	50	38 DE	43	32 H	52	50 B	28
11. tetraconazol	50	40 CD	39	35 EF	47	51 B	26
12. tebuconazol	100	38 CDE	42	34 FGH	48	48 B	31
13. tiofanato metílico + flutriafol <sup>5</sup>	300 + 60	40 CD	39	37 CD	43	48 B	30
14. trifloxistrobina + ciproconazol <sup>6</sup>	56,2 + 24	24 G	64	19 JK	71	30 D	57
15. trifloxistrobina + tebuconazol <sup>7</sup>	50 + 100	24 G	63	20 J	69	29 D	58
16. picoxistrobina + ciproconazol <sup>8</sup>	200 + 80	20 HI	69	17 KL	74	24 E	65
Coefficiente de correlação com produtividade		-0,98		-0,97		-0,99	
Coefficiente de variação (%)		14		10		15	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

<sup>1</sup>adicionado Nimbus 0,5% v/v; <sup>2</sup>adicionado Agefix 1% v/v; <sup>3</sup>adicionado Assist 0,5 L ha<sup>-1</sup>; <sup>4</sup>adicionado Agtem 0,5 L ha<sup>-1</sup>; <sup>5</sup>adicionado Iharol

1% v/v ou utilizado Impact Duo adicionado de Agefix 1% v/v; <sup>6</sup>adicionado 250 mL ha<sup>-1</sup> de óleo; <sup>7</sup>adicionado 500 mL ha<sup>-1</sup> de Aureo;

<sup>8</sup>adicionado Nimbus 0,5 L ha<sup>-1</sup>



**Tabela 5.** Produtividade para os diferentes tratamentos com os fungicidas aprovados na Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil (RPSRCB). Todos os locais (média de 20 ensaios), locais com a primeira aplicação realizada sem sintomas (média de 11 ensaios) e locais com a primeira aplicação realizada com sintomas (média de nove ensaios). Safra 2008/09.

Tratamento (ingrediente ativo)	Dose g i.a. ha <sup>-1</sup>	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )		
		Todos locais	Sem sintomas	Com sintomas
1. testemunha		1616 G	1885 F	1280 E
2. azoxistrobina + ciproconazol <sup>1</sup>	60 + 24	2677 A	2689 A	2662 A
3. ciproconazol + propiconazol	24 + 75	2298 D	2495 BCD	2052 C
4. epoxiconazol	50	2088 EF	2327 DE	1690 D
5. flutriafol <sup>2</sup>	62,5	1969 F	2192 E	1808 D
6. metconazol	54	2183 DE	2406 CD	1861 CD
7. piraclostrobina + epoxiconazol <sup>3</sup>	66,5 + 25	2671 A	2547 ABC	2584 A
8. tebuconazol	100	2142 E	2376 CD	1870 CD
9. tebuconazol	100	2087 EF	2418 CD	1732 D
10. tetraconazol <sup>4</sup>	50	2117 E	2392 CD	1790 D
11. tetraconazol	50	2123 E	2371 CD	1794 D
12. tebuconazol	100	2154 E	2389 CD	1829 D
13. tiofanato metílico + flutriafol <sup>5</sup>	300 + 60	2099 EF	2375 CD	1701 D
14. trifloxistrobina + ciproconazol <sup>6</sup>	56,2 + 24	2469 C	2704 A	2362 B
15. trifloxistrobina + tebuconazol <sup>7</sup>	50 + 100	2533 BC	2670 AB	2371 B
16. picoxistrobina + ciproconazol <sup>8</sup>	200 + 80	2652 AB	2706 A	2628 A
Coeficiente de variação (%)		11	10	13

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

<sup>1</sup>adicionado Nimbus 0,5% v/v; <sup>2</sup>adicionado Agefix 1% v/v; <sup>3</sup>adicionado Assist 0,5 L ha<sup>-1</sup>; <sup>4</sup>adicionado Iharol

1% v/v ou utilizado Impact Duo adicionado de Agefix 1% v/v; <sup>5</sup>adicionado 250 mL ha<sup>-1</sup> de óleo; <sup>7</sup>adicionado 500 mL ha<sup>-1</sup> de Auroo;

<sup>8</sup>adicionado Nimbus 0,5 L ha<sup>-1</sup>

## Novos produtos

Nos ensaios com os novos produtos foram avaliados produtos do grupo dos triazóis (T3), mistura de triazóis (T5), mistura de triazol e inseticida (T6), mistura de triazóis e benzimidazóis (T10), misturas de triazóis e estrobilurinas (T2, T4, T8, T9, T11, T12, T13 e T15) e misturas de triazóis, benzimidazóis e estrobilurinas (T7 e T14). Na análise conjunta dos 29 ensaios todos os tratamentos apresentaram severidade inferior à testemunha sem controle (Tabela 6). O tratamento com a maior severidade foi o tratamento com o triazol tebuconazol (T3), considerado padrão nesse ensaio, seguido de tebuconazol + carbendazin (T10) e de ciproconazol + difenoconazol (T5), com eficiências de controle de 50%, 53% e 63%, respectivamente. O tratamento com a menor severidade foi a mistura de prothioconazol + trifloxistrobina (T9), seguido da mistura tripla de tetraconazol + azoxistrobina + tiofanato metílico (T7) e das misturas de azoxistrobina + ciproconazol (T2), tetraconazol + azoxistrobina (T8) e piraclostrobina + epoxiconazol (T13). A diferença na porcentagem de controle foi menor entre os tratamentos com misturas contendo estrobilurinas, variando de 79% a 67% de controle, quando comparados com os tratamentos contendo somente triazóis e triazóis em mistura com benzimidazóis (variação de 67% a 50%). Na média dos ensaios sem sintomas na primeira aplicação (16 ensaios) as maiores severidades foram observadas para os tratamentos com tebuconazol (T3) e tebuconazol + carbendazin (T10) e as menores severidades para os tratamentos com prothioconazol + trifloxistrobina (T9), tetraconazol + azoxistrobina + tiofanato metílico (T7) e azoxistrobina + ciproconazol (T2). Nos ensaios aplicados com sintomas novamente as maiores severidades foram observadas para os tratamentos com tebuconazol (T3) seguido de tebuconazol + carbendazin (T10) e ciproconazol + difenoconazol (T5) e a menor severidade para a mistura de prothioconazol + trifloxistrobina (T9), com eficiência de controle de 78%. As correlações da severidade com a produtividade para a análise com todos os ensaios, com os ensaios aplicados sem sintomas e com os ensaios aplicados com sintomas foram de -0,96; -0,97 e -0,90, respectivamente.

As maiores médias de produtividade foram observadas nos tratamentos com prothioconazol + trifloxistrobina (T9) e ciproconazol + azoxistrobina (T2), na análise com os 27 ensaios e com os 11 ensaios com sintomas na primeira aplicação (Tabela 7). Nos ensaios aplicados sem sintomas ocorreu menor diferenciação dos tratamentos e as maiores produtividades foram observadas nos tratamentos 2, 4, 7, 8, 9 e 13. As reduções de produtividade, comparando a testemunha sem controle e os melhores tratamentos foram de 37%, 31% e 48%, para a média dos 27 ensaios, dos ensaios sem e com sintomas na primeira aplicação, respectivamente.

**Tabela 6.** Severidade (%) e controle (%) da ferrugem, próxima ao estádio R6, para os diferentes tratamentos com novos fungicidas. Todos os locais (média de 29 ensaios), locais com a primeira aplicação realizada sem sintomas (média de 16 ensaios) e locais com a primeira aplicação realizada com sintomas (média de 13 ensaios). Safra 2008/09.

Tratamento (ingrediente ativo)	Dose g.i.a. ha <sup>-1</sup>	Todos		Sem sintomas		Com sintomas	
		Severidade	Controle	Severidade	Controle	Severidade	Controle
1. testemunha		66 A		65 A		68 A	
2. azoxistrobina + ciproconazol <sup>1</sup>	60 + 24	17 H	74	15 FG	78	21 FG	70
3. tebuconazol	100	33 B	50	32 B	50	35 B	48
4. ciproconazol + trifloxistrobina <sup>2</sup>	24 + 56	20 FG	70	18 DE	72	22 EFG	68
5. ciproconazol + difenoconazol <sup>3</sup>	45 + 75	24 D	63	22 C	66	28 CD	59
6. ciproconazol + tiametoxam <sup>4</sup>	45 + 45	22 E	67	22 C	67	25 DE	63
7. tetraconazol + azoxistrobina + tiofanato metílico <sup>1</sup>	50 + 50 + 250	17 H	75	14 G	78	20 G	70
8. tetraconazole + azoxistrobina <sup>1</sup>	50 + 50	19 GH	72	16 EFG	75	21 FG	69
9. prothioconazol + trifloxistrobina <sup>5</sup>	70 + 60	14 I	79	14 G	79	15 H	78
10. tebuconazol + carbenfendazin <sup>6</sup>	100 + 200	31 C	53	32 B	51	30 C	56
11. miclobutanil + azoxistrobina <sup>1</sup>	100 + 60	21 EFG	69	20 CD	69	22 EFG	68
12. piraclostrobina + metconazol	65 + 40	19 G	71	18 DE	72	21 FG	69
13. piraclostrobina + epoxiconazol <sup>7</sup>	65 + 40	19 GH	72	17 EF	74	21 FG	69
14. carbenfendazin + flutriafol + azoxistrobina <sup>8</sup>	300 + 50,4 + 50	22 EF	67	20 CD	69	22 EFG	67
15. flutriafol + azoxistrobina <sup>8</sup>	62,5 + 50	22 EF	67	20 CD	69	24 EF	65
Coefficiente de correlação com produtividade		-0,96		-0,97		-0,90	
Coefficiente de variação (%)		19		17		21	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

<sup>1</sup>adicionado Nimbus 0,5% v/v; <sup>2</sup>adicionado Áureo 0,5 L ha<sup>-1</sup>; <sup>3</sup>adicionado Nimbus 0,3 L ha<sup>-1</sup>; <sup>4</sup>adicionado Nimbus 0,6 L ha<sup>-1</sup>; <sup>5</sup>adicionado Áureo 0,4 L ha<sup>-1</sup>; <sup>6</sup>adicionado Nimbus 0,5 L ha<sup>-1</sup>; <sup>7</sup>adicionado Dash HC 0,3% v/v; <sup>8</sup>adicionado Nimbus 0,4 L ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 7.** Produtividade para os diferentes tratamentos com novos fungicidas. Todos os locais (média de 27 ensaios), locais com a primeira aplicação realizada sem sintomas (média de 16 ensaios) e locais com a primeira aplicação realizada com sintomas (média de 11 ensaios). Safra 2008/09.

Tratamento (ingrediente ativo)	Dose		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )		
	g i.a. ha <sup>-1</sup>	Todos locais	Sem sintomas	Com sintomas	
1. testemunha		1799 J	1981 F		1525 E
2. azoxistrobina + ciproconazol <sup>1</sup>	60 + 24	2826 AB	2760 ABCD		2935 A
3. tebuconazol	100	2373 I	2498 E		2166 D
4. ciproconazol + trifloxistrobina <sup>2</sup>	24 + 56	2607 CDEF	2834 AB		2438 BC
5. ciproconazol + difenoconazol <sup>3</sup>	45 + 75	2590 DEFG	2669 BCD		2500 BC
6. ciproconazol + tiametoxam <sup>4</sup>	45 + 45	2464 GHI	2654 CDE		2192 D
7. tetraconazol + azoxistrobina + tiofanato metílico <sup>1</sup>	50 + 50 + 250	2731 BC	2819 ABC		2600 B
8. tetraconazole + azoxistrobina <sup>1</sup>	50 + 50	2663 CDEF	2723 ABCD		2444 BC
9. prothioconazol + trifloxistrobina <sup>5</sup>	70 + 60	2868 A	2868 A		2868 A
10. tebuconazol + carbendazin <sup>6</sup>	100 + 200	2429 HI	2497 E		2328 CD
11. miclobutanil + azoxistrobina <sup>1</sup>	100 + 60	2553 FGH	2645 DE		2574 B
12. piraclostrobina + metconazol	65 + 40	2726 BCD	2659 CDE		2588 B
13. piraclostrobina + epoxiconazol <sup>7</sup>	65 + 40	2711 BCDE	2793 ABCD		2556 B
14. carbendazin + flutriafol + azoxistrobina <sup>8</sup>	300 + 50,4 + 50	2575 FG	2659 CDE		2530 BC
15. flutriafol + azoxistrobina <sup>8</sup>	62,5 + 50	2576 EFG	2626 DE		2451 BC
Coeficiente de variação (%)		11	11		13

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (ps0,05).

<sup>1</sup>adicionado Nimbus 0,5% v/v; <sup>2</sup>adicionado Aúreo 0,5 L ha<sup>-1</sup>; <sup>3</sup>adicionado Nimbus 0,3 L ha<sup>-1</sup>; <sup>4</sup>adicionado Nimbus 0,6 L ha<sup>-1</sup>; <sup>5</sup>adicionado Aúreo 0,4 L ha<sup>-1</sup>; <sup>6</sup>adicionado Nimbus 0,5 L ha<sup>-1</sup>; <sup>7</sup>adicionado Dash HC 0,3% v/v; <sup>8</sup>adicionado Nimbus 0,4 L ha<sup>-1</sup>.

## Discussão

Na análise dos ensaios com os produtos aprovados na RPSRCB, a amplitude na diferença da eficiência entre as misturas (T2, T7, T14, T15 e T16) foi menor (9%) quando comparada com a diferença entre os triazóis sozinhos ou em mistura com benzimidazol (30%), na análise com todos locais, mostrando que as misturas avaliadas foram mais semelhantes e que há maior diferença de eficiência entre os triazóis avaliados (Tabela 4). A maior eficiência de controle foi obtida nos ensaios aplicados sem sintomas (77% - T2) e a menor nos ensaios aplicados com sintomas (26% - T5 e T11).

Na análise dos ensaios com os novos produtos a amplitude na diferença da eficiência entre os tratamentos, para a análise com todos os locais, foi menor (29%) (Tabela 6) quando comparada com os produtos aprovados na RPSRCB (39%) mostrando maior semelhança entre os produtos avaliados. A menor eficiência foi observada para o tratamento com tebuconazol (T3), independente do grupo de ensaios utilizado nas análises. É importante ressaltar que nos resultados apresentados nesse trabalho não ocorreu a individualização dos ensaios de acordo com a época de semeadura. Nos resultados da análise dos ensaios realizados no início da safra, houve menor diferenciação entre os tratamentos, devido a menor pressão da doença proporcionada pelo menor inóculo do fungo no início da safra. A orientação de manejo de realizar a semeadura no início da época recomendada tem como objetivo escapar da época de maior quantidade de inóculo e, nesse caso, a diferença entre os tratamentos e grupos de fungicidas pode não ocorrer como observado nas análises apresentadas. Resultados completos das análises dos ensaios cooperativos encontram-se disponíveis no site do Consórcio Antiferrugem ([www.consorcioantiferrugem.net](http://www.consorcioantiferrugem.net)).

Na análise dos ensaios com os produtos aprovados na RPSRCB a diferença de produtividade entre os tratamentos mais eficiente (azoxistrobina + ciproconazol – T2) e menos eficiente (epoxiconazol – T4) foi maior (972 kg ha<sup>-1</sup>) para os ensaios com as aplicações realizadas com sintomas, quando comparada com a diferença de produtividade entre o tratamento mais eficiente (picoxistrobina + ciproconazol – T16), e o menos eficiente (flutriafol – T5) (514 kg ha<sup>-1</sup>) para os ensaios com as aplicações realizadas sem sintomas (Tabela 5). O mesmo padrão foi observado para os ensaios com os novos produtos. A diferença de produtividade entre os tratamentos mais eficiente (azoxistrobina + ciproconazol – T2) e menos eficiente (tebuconazol – T3) foi maior (769 kg ha<sup>-1</sup>) para os ensaios com as aplicações realizadas com sintomas, quando comparada com a diferença de produtividade entre o tratamento mais eficiente (prothioconazol + trifloxistrobina – T9) e menos eficiente (tebuconazol + carbendazin – T11) (371 kg ha<sup>-1</sup>) para os ensaios com as aplicações realizadas

sem sintomas (Tabela 7). Embora as aplicações curativas diferenciem melhor os tratamentos, a orientação de controle é que as aplicações sejam realizadas preventivamente ou nos primeiros sintomas. Os melhores tratamentos, quando os ensaios foram aplicados com sintomas, tiveram menor eficiência de controle, quando comparados aos tratamentos aplicados sem sintomas, ressaltando a importância do controle na época correta.

Baseado nas análises de todos os locais selecionados para os protocolos 1 e 2 foram propostas duas tabelas onde os fungicidas são agrupados de acordo com a eficiência de controle obtidas nas análises de severidade para todos locais, para os produtos aprovados na RPSRCB (Tabela 8) e para os novos produtos (Tabela 9).

**Tabela 8.** Agrupamento de acordo com a eficiência média de controle dos tratamentos nos ensaios cooperativos, realizados na safra 2008/09, para os produtos aprovados na Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil (RPSRCB) para controle da ferrugem asiática da soja.

INGREDIENTE ATIVO	NOME COMERCIAL
picoxistrobina + ciproconazol	Aproach Prima + Nimbus <sup>1</sup>
trifloxistrobina + tebuconazol	Nativo + Aureo <sup>1</sup>
piraclostrobina + epoxiconazole	Opera + Assist <sup>1</sup>
azoxistrobina + ciproconazol	Priori Xtra + Nimbus <sup>1</sup>
trifloxistrobina + ciproconazol	Sphere + Áureo <sup>1</sup>
ciproconazol + propiconazol	Artea <sup>2</sup>
metconazol	Caramba <sup>2</sup>
tiofanato metílico + flutriafol	Celeiro + Iharol <sup>2</sup>
tetraconazol	Domark 100 EC + Agtem <sup>2</sup>
tetraconazol	Eminent <sup>2</sup>
tebuconazol	Folicur <sup>2</sup>
tiofanato metílico + flutriafol	Impact Duo + Agefix <sup>2</sup>
flutriafol	Impact 125 SC + Agefix <sup>2</sup>
tebuconazol	Orius <sup>2</sup>
tebuconazol	Tebuco Nortox <sup>2</sup>
epoxiconazol	Virtue <sup>2</sup>

<sup>1</sup>eficiência de controle de 63% a 73% na análise conjunta dos ensaios cooperativos realizados na safra 2008-09 (média de 23 ensaios);<sup>2</sup>eficiência de controle de 34% a 49% na análise conjunta dos ensaios cooperativos realizados na safra 2008/09 (média de 23 ensaios). Produtos listados em ordem alfabética do nome comercial dentro de cada grupo de eficácia.

**Tabela 9.** Agrupamento de acordo com a eficiência média de controle dos tratamentos nos ensaios cooperativos, realizados na safra 2008/09, para os novos produtos para controle da ferrugem asiática da soja.

INGREDIENTE ATIVO	NOME COMERCIAL
carbendazim + flutriafol + azoxistrobina	PNR <sup>1,3</sup>
flutriafol + azoxistrobina	PNR <sup>1,3</sup>
miclobutanil + azoxistrobina	PNR <sup>1,3</sup>
piraclostrobin + epoxiconazol	PNR <sup>1,3</sup>
piraclostrobin + metconazol	PNR <sup>1,3</sup>
prothioconazol + trifloxistrobina	PNR <sup>1,3</sup>
tetraconazol + azoxistrobina + tiofanato metílico	PNR <sup>1,3</sup>
tetraconazol + azoxistrobina	PNR <sup>1,3</sup>
azoxistrobina + ciproconazol	Priori Xtra + Nimbus <sup>1</sup>
ciproconazol + trifloxistrobina	SphereMax + Áureo <sup>1</sup>
ciproconazol + tiamectoxam	Adante + Nimbus <sup>2</sup>
ciproconazol + difenoconazol	Cypress + Nimbus <sup>2</sup>
tebuconazol	Folicur <sup>2</sup>
tebuconazol + carbendazim	PNR <sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>eficiência de controle de 67% a 79% na análise conjunta dos ensaios cooperativos realizados na safra 2008-09 (média de 29 ensaios); <sup>2</sup>eficiência de controle de 50% a 67% na análise conjunta dos ensaios cooperativos realizados na safra 2008/09 (média de 29 ensaios). Produtos listados em ordem alfabética do nome comercial dentro de cada grupo. <sup>3</sup>PNR – Produto Não Registrado.

## Referências

BURR, I. W.; FOSTER, L. A. **A test for equality of variances**. West Lafayette: University of Purdue, 1972. 26 p. (Mimeo Series, 282).

GODOY, C.V. (Org). **Resultados da rede de ensaios para controle químico de doenças na cultura da soja. safra 2003/2004**. Londrina: Embrapa Soja, 2005a. 88p. (Embrapa Soja. Documentos, 251).

GODOY, C.V. (Org.). Ensaio em rede para controle de doenças na cultura da soja - safra 2004/2005. Londrina: Embrapa Soja, 2005b. 183p. (Embrapa Soja. Documentos, 266).

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, n.1, p.63 - 68, 2006.

GODOY, C.V.; PIMENTA, C.B.; MIGUEL-WRUCK, D.S., RAMOS JUNIOR, E.U.; SIQUERI, F.V.; FEKSA, H.R.; DOS SANTOS, I.; LOPES, I.O.N.; NUNES JUNIOR, J.; ITO, M.A.; IAMAMOTO, M.M.; ITO, M.F.; MEYER, M.C.; DIAS, M.; MARTINS, M.C.; ALMEIDA, N.S.; ANDRADE, N.S.; ANDRADE, P.J.M.; SOUZA, P.I.M.; BALARDIN, R.S.; BARROS, R.; SILVA, S.A.; FURLAN, S.H.; GAVASSONI, W.L. Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2006/07. Resultados sumarizados dos ensaios em rede. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 8 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica 42).

MARTINS, M.C.; GUERZONI, R.A.; CÂMARA, G.M.S.; MATTIAZZI, P.; LOURENÇO, S.A.; AMORIM, L. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.179-184, 2004.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 30., 2008, Rio Verde. **Ata...** Londrina: Embrapa Soja, 2009. 350 p.

SAS/STAT® Versão 9.1.3 do sistema SAS para Windows, copyright® 1999-2001 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, Oxford, v. 52, p. 591-611, 1965.

TECNOLOGIAS de produção de soja - região central do Brasil 2009 e 2010. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 262p.

TUKEY, J. W. One degree of freedom for non-additivity. **Biometrics**, Washington, v. 5, p. 232-242, 1949.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; HARTMAN, G.E.; GODOY, C.V. ; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. **Plant Disease**, v.89, p. 675-677, 2005.





### **Variedade de soja resistente à ferrugem (BRSGO 7560): posicionamento da nova tecnologia**

Plínio Itamar de Melo de Souza<sup>1</sup>, José Francisco Ferraz de Toledo<sup>2</sup>, Claudete Teixeira Moreira<sup>1</sup>, Austerclínio Farias Neto<sup>1</sup>, Sergio A. da Silva<sup>1</sup>, Neylson E. Arantes<sup>2</sup>, Odilon Mello Filho<sup>2</sup>, Geraldo Estevam de S. Carneiro<sup>2</sup>, Pedro Manuel F. O. Monteiro<sup>3</sup>, Carlos A. Arrabal Arias<sup>2</sup>, Milton Kaster<sup>2</sup>, Marcelo Fernandes de Oliveira<sup>2</sup>, Antonio Eduardo Pípolo<sup>2</sup>, Rodrigo L. Brogin<sup>2</sup>, José Nunes Júnior<sup>4</sup>, Ricardo V. Abdelnoor<sup>2</sup>, Álvaro M. R. Almeida<sup>2</sup>, Maurício C. Meyer<sup>2</sup>, Paulino J. M. Andrade<sup>2</sup>, Mercedes C. Carrão-Panizi<sup>2</sup>, Waldir P. Dias<sup>2</sup>, José Ubirajara Vieira Moreira<sup>2</sup>, Luís Carlos da Silva Neiva<sup>3</sup>, Marcos Rogério Nunes<sup>3</sup>, Alexander Hayakawa Seii<sup>4</sup>, Leandro Oliveira e Silva<sup>3</sup>, Nelson S. Silva<sup>1</sup>, Rogério N. Teixeira<sup>5</sup>, Rafael M. Soares<sup>2</sup>, Regina M. C. P. Toledo<sup>3</sup>, Nerivaldo Elísio Vieira<sup>4</sup>

#### **Resumo**

A soja é uma cultura de grande importância para o agronegócio do Brasil. Pelo seu potencial destrutivo, a principal doença da soja atualmente é a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Constatada em 2001 no Brasil, nas últimas safras a ferrugem foi identificada em quase todas as regiões produtoras de soja do país. O uso de cultivares resistentes e; ou tolerantes associado às técnicas de manejo da ferrugem devem minimizar as perdas de rendimento de grãos. A cultivar BRSGO 7560, cuja característica marcante é a sua resistência à ferrugem asiática da soja, está sendo indicada para os Estados de Minas Gerais, de São Paulo, de Goiás e para o Distrito Federal. Foi desenvolvida pela Embrapa, em parceria com a Agenciarrural, atual -SEAGRO e o CTPA .

#### **Introdução**

A soja é uma das principais culturas do Brasil. A área plantada na safra 2007/2008 foi de 21,2 milhões de ha e a produção de grãos de 59,8 milhões de toneladas, resultando, portanto, em uma produtividade média de

---

<sup>1</sup>Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF

<sup>2</sup>Embrapa Soja, Cx. Postal 231, 86001-970, Londrina, PR

<sup>3</sup>SEAGRO, Goiânia, GO

<sup>4</sup>CTPA, Goiânia, GO

<sup>5</sup>Embrapa Transferência de Tecnologia, Brasília-DF

2.821 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2008). O Brasil é o segundo produtor mundial dessa oleaginosa, sendo responsável por aproximadamente 20% da produção mundial. O melhoramento genético da soja foi o principal responsável pelo sucesso dessa oleaginosa no Brasil, mais especificamente na região dos Cerrados, cujas lavouras vêm apresentando rendimentos crescentes desde os anos sessenta, quando foram feitos os primeiros plantios (ARANTES *et al.*, 2005). Assim, cultivares produtivas e resistentes a doenças tem sido uma forma de diminuir os custos de produção e aumentar a produtividade da soja e, conseqüentemente, a sua oferta no mercado.

A ocorrência de doenças na cultura da soja tem aumentado nos últimos anos, provocando grandes perdas em plantios comerciais e exigindo respostas rápidas da pesquisa para o desenvolvimento de técnicas de controle. Cerca de 40 patógenos atacam a soja no Brasil e as perdas anuais da produção por doenças são estimadas entre 15% a 20%. Algumas doenças podem ocasionar perdas de até 100%. Atualmente, a ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, pelo seu potencial destrutivo, figura como a principal doença da soja. Os danos dessa doença ocorrem em razão da desfolha precoce, que impede a completa formação e o enchimento de grãos, com consequente redução da produtividade.

O objetivo deste trabalho é descrever a cultivar BRSGO 7560, cuja característica marcante é a sua resistência à ferrugem asiática da soja.

## Material e Métodos

A cultivar de soja BRSGO 7560 foi desenvolvida pela Embrapa Cerrados, Embrapa Soja e Embrapa Transferência Tecnologia em parceria com a Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Goiás (SEAGRO) e o CTPA (Centro Tecnológico para Pesquisas Agropecuárias). É proveniente do cruzamento [(Tracy x Abura) x (D67 x R48)] x Embrapa 59. Como linhagem BR01-18437, foi testada nos ensaios de Avaliação Final, nas safras 2005/06, 2006/07 e 2007/08, em um total de 25 ambientes em SP, MG, GO e DF.

Esses ensaios foram instalados no delineamento blocos ao acaso com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída de quatro fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m, com área útil de 4 m<sup>2</sup>. A densidade de semeadura foi de 15 plantas m<sup>-1</sup>. A condução dos ensaios foi feita seguindo as técnicas recomendadas para instalação e manejo da cultura. As cultivares M-SOY 6101 e Emgopa 316 foram utilizadas como testemunhas.

## Resultados e discussão

A nova cultivar é portadora de um gene maior recessivo, que confere

resistência vertical à ferrugem. Esse mecanismo de resistência mostrou-se eficiente no controle de outras doenças da soja, como o cancro da haste e a mancha olho-de-rã. Avaliada para reação à ferrugem em casa de vegetação e a campo, a cultivar BRSGO 7560, apresentou reação de resistência (hipersensibilidade) à doença, resultando predominantemente na formação de uma grande maioria de lesões escuras de resistência RB (Reddish Brown). Essa reação de resistência previne a multiplicação e a esporulação do fungo, facilitando o manejo da lavoura e evitando ou minimizando as perdas em produtividade de grãos.

É preciso enfatizar que o controle da ferrugem inclui vários aspectos de manejo tais como a eliminação de plantas voluntárias (soja guaxa) no inverno, o vazio sanitário, o monitoramento da lavoura e o uso correto de fungicidas. O uso da cultivar BRSGO 7560 vai diminuir o número de aplicações de fungicidas, e dar maior proteção à lavoura contra a doença, proporcionando assim maior garantia ao produtor. É preciso ressaltar, entretanto, que sob alta pressão do fungo, decorrente de incorreto manejo da doença, essa cultivar poderá apresentar algumas lesões de suscetibilidade (TAN) e também, alguma esporulação, mesmo que baixa. Outro aspecto importante a ser lembrado é que, assim como ocorre em outras doenças de controle através de resistência vertical, existe a possibilidade da “quebra” de resistência no decorrer dos anos de cultivo.

Em São Paulo, nas safras 2005/2006 e 2006/2007, em três municípios (Igarapava, Ituverava e Barretos) num total de 5 ambientes, o rendimento médio de grãos da BRSGO 7560 foi de 2.734 kg ha<sup>-1</sup>, sendo 2% superior à M-SOY 6101 e 7% inferior à Emgopa 316 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produtividade média de grãos e outras características da cultivar BRSGO 7560 e das testemunhas M-SOY 6101 e Emgopa 316, avaliadas em 5 ambientes no Estado de São Paulo, nas safras 2005/2006 e 2006/2007. Planaltina, DF, 2009.

Cultivar	Ciclo total (dias)	Altura planta (cm)	Peso de 100 sementes (g)	Produtividade e de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade relativa (%)
BRSGO 7560	112	69	16	2.734	102
M-SOY 6101	109	83	15	2.690	100
Emgopa 316	117	93	15	2.936	109



**Variabilidade patogênica do fungo *Phakopsora pachyrhizi*.  
Parte I - Projeto Ferrugem da Soja JIRCAS/Embrapa Soja/CRIA/INTA/  
Tsukuba University**

Rafael M. Soares<sup>1</sup>, Hajime Akamatsu<sup>2</sup>, Naoky Yamanaka<sup>2</sup>, Kazuhiro Suenaga<sup>2</sup>, Yuichi Yamaoka<sup>3</sup>, Antonio Ivancovich<sup>4</sup>, Wilfrido Morel<sup>5</sup>, Tatiani Janegitz<sup>6</sup>

**Resumo**

O objetivo deste projeto é caracterizar a patogenicidade de isolados de *Phakopsora pachyrhizi* coletados em diferentes locais, nos países participantes, comparando-os para identificar variabilidade genética, em diferentes safras. Foi estabelecida metodologia padrão para avaliar a reação de plantas de soja à ferrugem, padronizando o germoplasma utilizado, o ambiente de cultivo, a inoculação e a avaliação. Estão sendo avaliados o número de urédias, a coloração das lesões e a esporulação. Também estão sendo propostos parâmetros para classificar o tipo de reação. Os resultados, embora preliminares, mostram que existe variabilidade entre isolados dentro de cada país e entre os países.

**Abstract**

**Pathogenic variability of *Phakopsora pachyrhizi*. Part I – Soybean Rust  
Project JIRCAS/Embrapa Soja/CRIA/INTA/Tsukuba University**

The goal of this project is characterize *Phakopsora pachyrhizi* isolates, collected in different places of participate countries, comparing them to identify genetic variability, in different seasons. It was established a standard methodology to test soybean plants reaction to rust, standardizing the germplasm, the grow environment, the inoculation and the evaluation. Are being evaluated the number of uredinia, color and sporulation of the lesions. Also are proposing parameters to classify reaction type. The results, although preliminary, show the presence of variability among isolates inside each country and among countries.

**Introdução**

O Brasil é o segundo produtor mundial de soja [*Glycine max* (L.) Merr.], sendo responsável por aproximadamente 20% da produção mundial. O melhoramento genético da soja tem sido um dos principais responsáveis pelo

<sup>1</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR, Brasil; <sup>2</sup>JIRCAS, Tsukuba, Japão; <sup>3</sup>Tsukuba University, Tsukuba, Japão;

<sup>4</sup>INTA, Pergamino, Argentina; <sup>5</sup>CRIA, Capitan Miranda, Paraguai; <sup>6</sup>UNIFIL, Londrina, PR, Brasil.

sucesso da oleaginosa no país, sendo a obtenção de cultivares resistentes a doenças uma importante característica para diminuir custos de produção e aumentar a produtividade da soja. Desde a sua ocorrência na safra 2001/2002 até a safra de 2008/2009, estima-se que a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.) tenha onerado o Brasil em cerca de US\$12 bilhões, somando-se as perdas de produtividade, o custo para o controle da doença e as perdas em arrecadação. O controle químico com fungicidas é, atualmente, o principal método de controle da ferrugem, mas possui custo elevado e eficiência limitada. A obtenção de cultivares com níveis de resistência a doença tem sido um dos principais objetivos das instituições que desenvolvem cultivares de soja.

Além dos genes de resistência a ferrugem Rpp1, Rpp2, Rpp3 e Rpp4, descritos por Hartwig & Bromfield (1983), outros genes maiores já foram identificados em trabalhos recentes (Monteros *et al.*, 2007; Pierozzi *et al.*, 2008; Garcia *et al.*, 2008). Mesmo assim, genes que conferem resistência tem sido frequentemente quebrados, sugerindo que *P. pachyrhizi* possui genes múltiplos de virulência, o que pode dificultar o sucesso do melhoramento genético como estratégia de controle (Hartman, 1996).

Diversos trabalhos relatam a existência de variabilidade genética nas populações do fungo causador da ferrugem (Sinclair & Hartman, 1996; Yamaoka *et al.*, 2002; Bonde *et al.*, 2006; Freire *et al.*, 2008), indicando a ocorrência de mais de uma raça do patógeno no Brasil (Kato & Yorinori, 2008). A comprovação da existência de raças de *P. pachyrhizi* é dificultada por fatores que influenciam as características da infecção do fungo nas plantas, entre eles as condições do ambiente (temperatura e umidade) e o estágio de desenvolvimento das plantas. Além disso, a produção de inóculo a partir de lesões individuais, importante para se ter populações homogêneas do fungo, é um processo trabalhoso e sujeito a insucessos.

Portanto, para a obtenção de cultivares resistentes, e para que essa resistência seja eficiente e durável na prática, é importante conhecer aspectos de virulência e variabilidade do fungo ao longo do tempo. Para tal, se faz necessário o uso de metodologias adequadas. Devido a algumas características ainda pouco conhecidas do fungo *P. pachyrhizi*, metodologias ainda precisam ser testadas, ou mesmo desenvolvidas, visando caracterizar os isolados de ferrugem presentes em diferentes regiões onde o patógeno ocorre.

A Embrapa, através de suas Unidades de Pesquisa e parceiros, tem executado diversos projetos de pesquisa visando detectar a variabilidade do fungo causador da ferrugem no Brasil e na América do Sul.

Entre esses projetos está o denominado “Soybean Rust Project – Identification of stable (durable) resistance to soybean rust for South America”

[Projeto Ferrugem da Soja – Identificação de resistência estável (durável) para ferrugem da soja na América do Sul], coordenado pelo Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), em parceria com a Embrapa Soja (Londrina, PR, Brasil), o Centro Regional de Investigación Agrícola (CRIA - Paraguai), o Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária (INTA - Argentina) e a Tsukuba University (Japão). Dentro desse projeto existe o sub-tema *“Establishment of evaluation methods for soybean rust resistance and identification of pathogenic races in South America”* (Estabelecimento de métodos para avaliação da resistência à ferrugem da soja e identificação de raças patogênicas na América do Sul). Esse projeto iniciou-se no ano de 2006 e deverá encerrar-se no ano de 2011.

A seguir, conforme apresentação realizada na Reunião do Consórcio Antiferrugem – Safra 2008/2009, são descritos e discutidos os resultados preliminares do projeto citado acima.

### **Projeto Ferrugem da Soja - Estabelecimento de métodos para avaliação da resistência à ferrugem da soja e identificação de raças patogênicas na América do Sul – 2006/11**

O objetivo geral desse projeto é caracterizar a patogenicidade de isolados de *P. pachyrhizi* coletados em diferentes locais, nos países participantes, comparando-os na tentativa de identificar variabilidade genética, em diferentes safras. Como objetivos específicos, o projeto pretende estabelecer e treinar os técnicos participantes na realização de uma metodologia padrão para testar a reação de plantas de soja à ferrugem, bem como estabelecer parâmetros para classificar o tipo de reação.

Para o estabelecimento da metodologia de teste e treinamento dos técnicos, foram realizadas diversas reuniões e troca de informações. Também foi organizado um encontro denominado “South American Workshop on Soybean Rust”, em setembro de 2006, na Embrapa Soja em Londrina, que contou com 16 palestras de pesquisadores do Brasil, do Paraguai, do Argentina e do Japão, e resultou na publicação do JIRCAS Working Report n°58 - “Facing the Challenge of Soybean Rust in South America”.

Com isso, estabeleceu-se uma metodologia que seguiu os seguintes passos:

- Amostragem: coleta de, no mínimo, 20 folíolos infectados em campos de soja, coletando-se os esporos através de batida sobre papel ou bomba de vácuo e armazenando-os em nitrogênio líquido ou ultrafreezer.
- Inoculação: descongelar os esporos armazenados em banho maria (37°/40°C) ou utilizar esporos frescos caso a amostra chegue no momento em que as plantas estiverem prontas; utilizar plantas com 25 dias de cultivo em câmara de



crescimento à 24°C e 14h de luz (3 plantas por vaso); preparar suspensão de esporos na concentração entre 10.000 e 50.000 esporos mL<sup>-1</sup> de água e Tween 20 (0,05%) e pulverizar as plantas, deixando em câmara úmida por 24 h (saco plástico).

- Avaliação: deverá ser feita 14 dias após a inoculação, coletando-se o primeiro trifólio para observação dos seguintes parâmetros:

- cor de lesão: classificação com notas de 1 a 6, feita com auxílio de escala elaborada por Kato & Yorinori (2008) (Figura 1), considerando o aspecto das lesões predominantes a olho nu ou em microscópio estereoscópico e fazendo anotações sobre lesões de aspecto diferente da maioria;

- esporulação: classificação com notas de 0 a 3, feita com auxílio de escala elaborada por Yamanaka (não publicada) (Figura 1), considerando o aspecto das lesões predominantes em microscópio estereoscópico e fazendo anotações sobre lesões de aspecto diferente da maioria;

- número de urédias por lesão: retirar os esporos das lesões com um pincel e fazer a contagem das urédias em 30 lesões, calculando a média.

Através de levantamento bibliográfico foram selecionados 16 germoplasmas de soja para servirem como diferenciadores dos isolados testados (Tabela 1). Entre eles, representantes de genótipos com os genes de resistência *Rpp* já identificados e a cultivar BRS 154 como padrão de suscetibilidade.

Após a realização dos testes das amostras obtidas na safra 2007/2008, foram obtidos resultados preliminares, possibilitando avanços na metodologia. Conclui-se que o parâmetro da cor de lesão, embora seja de fácil e rápida aplicação, é bastante subjetivo e menos importante do que os demais parâmetros. Nas Tabelas 2 e 3 estão descritas as propostas iniciais para a classificação da reação dos genótipos de soja a ferrugem. Nas Tabelas 4 e 5, para o Brasil e Argentina/Paraguai respectivamente, estão os resultados de amostras de alguns locais testados, para os genótipos com genes de resistência *Rpp1* a *Rpp5*.

Os resultados, embora preliminares, mostram que existe variabilidade entre isolados dentro de cada país e entre os países.

No Brasil, materiais com genes de resistência considerados ainda efetivos no Brasil, pelos critérios adotados, mostraram-se suscetíveis em alguns locais. A PI 230970, com gene *Rpp2*, foi suscetível ao isolado de Londrina, PR (Embrapa Soja, casa de vegetação), Senador Canedo, GO e Vilhena, RO. A PI 459025, com gene *Rpp4*, foi suscetível ao isolado de Passo Fundo, RS, Londrina, PR (Embrapa Soja, casa de vegetação), Chapadão do Sul, MS e Senador Canedo, GO. No caso do isolado de Londrina, por exemplo, as

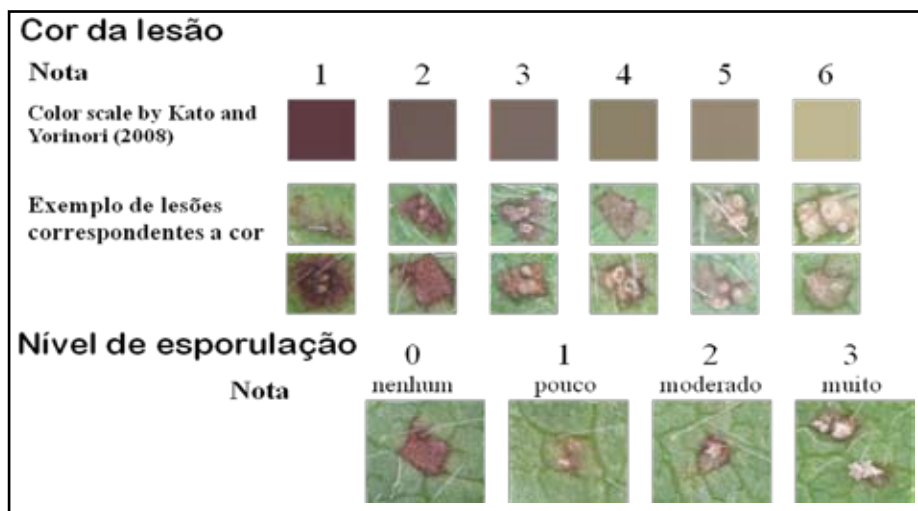
lesões apresentadas nos materiais citados acima ainda apresentam-se como RB (reddish-brown), comumente consideradas lesões de resistência através de critério baseado na aparência da lesão (Bromfield, 1984), mas devido ao número de urédias por lesão e quantidade de esporulação ficaram classificadas como suscetíveis.

Na Argentina, embora ainda não tenham ocorrido epidemias severas de ferrugem, principalmente devido às condições climáticas, os resultados mostraram que os isolados presentes são bastante agressivos e com pouca variabilidade.

No Paraguai, onde sérias epidemias de ferrugem tem ocorrido, a variabilidade dos isolados parece ser grande, com isolado altamente agressivo como o de Corpus Christi e outro pouco agressivo como o de San Albert.

Algumas avaliações mostram o aparecimento de lesões diferentes da maioria em algumas folhas, sugerindo que haja variabilidade na população do fungo dentro da amostragem. Para avaliar se essa variabilidade interfere nos resultados, trabalho paralelo com purificação de algumas amostras através de isolamento, multiplicação e inoculação de esporos obtidos de lesão individual, está sendo feito para comparar os resultados.

As discussões e conclusões finais sobre a variabilidade da ferrugem serão feitas ao final do projeto, a partir das avaliações em várias safras. Espera-se estabelecer padrões para classificação da reação de plantas de soja a ferrugem, e divulgá-los amplamente no meio científico.



**Figura 1.** Escalas para avaliação da cor da lesão e do nível de esporulação de lesões da ferrugem da soja.

**Tabela 1.** Germoplasmas de soja diferenciadores para a ferrugem da soja.

Germoplasma diferenciador	Nome alternativo	Gene de resistência	Origem	Referência
PI 200492	Komata	<i>Rpp1</i>	Japão	Hartwig & Bromfield, 1983
Tainung 4	(PI 368039)	<i>Rpp1</i>	Taiwan	McLean & Byth, 1980
PI 230970	No. 3	<i>Rpp2</i>	Japão	Hartwig & Bromfield, 1983
PI 417125	Kyushu 31	<i>Rpp2</i>	Japão	Nogueira et al., 2008
PI 462312	Ankur	<i>Rpp3</i>	Índia	Hartwig & Bromfield, 1983
PI 459025	Bing nan	<i>Rpp4</i>	China	Hartwig, 1986
Shiranui	(PI 200526)		Japão	
PI 416764	Akasaya	desconhecido	Japão	
PI 587855	Jia bai jia	desconhecido	China	
PI 587880 A	Huang dou	desconhecido	China	
PI 587886	Bai dou	desconhecido	China	
PI 587905	Xiao huang dou	desconhecido	China	
PI 594767 A	Zhao ping hei dou	desconhecido	China	
BRS 154		suscetível	Brasil	
TK5		suscetível		
Wayne	(PI 548628)	suscetível	EUA	

**Tabela 2.** Proposta de Yamaoka (2008) para classificação da reação de plantas de soja a ferrugem.

Presença da lesão	Nº de urédias/lesão (méd. de 30 lesões)	Nível de esporulação	Classe
-	0	0	Imune
+	0	0	Altamente resistente
+	$x < 1$	0, 1	Moderadamente resistente
+	$1 \leq x < 1.5$	0, 1	Baixa resistência
+	$x < 1.5$	2, 3	Intermediária
+	$1.5 \leq x$	0, 1	Intermediária
+	$1.5 \leq x < 3$	2, 3	Moderadamente suscetível
+	$3 \leq x$	3	Altamente suscetível

**Tabela 3.** Proposta de Yamanaka (2008) para classificação da reação de plantas de soja a ferrugem.

Nº de urédias/lesão (méd. de 30 lesões)	Nível de esporulação	
$0 \leq x < 2$	0, 1	Resistente
$0 \leq x < 2$	2, 3	Intermediária
$2 \leq x$	0, 1	
$2 \leq x$	2, 3	Suscetível

**Tabela 4.** Reação de germoplasmas de soja à isolados de ferrugem de diferentes locais do Brasil – safra 2007/2008.

Material	Rpp	Passo Fundo, RS	Embrapa Soja CV Londrina, PR	Londrina, PR	Dourados, MS	Chapadão do Sul, MS	Senador Canedo, GO	Vilhena, RO
PI 200492	1	S	S	S	S	S	S	S
Tainung-4	1	S	S	S	S	S	S	S
PI 230970	2	R	S	IM	R	R	S	S
PI 417125	2	S	S	S	R	R	S	S
PI 462312	3	S	S	S	S	S	S	S
PI 459025	4	S	S	R	R	S	S	R
Shiranui	5	R	IM	R	R	R	R	R

R : Resistente (gene efetivo)      IM: Intermediário      S : Suscetível (gene não efetivo)

**Tabela 5.** Reação de germoplasmas de soja à isolados de ferrugem de diferentes locais da Argentina e Paraguai – safra 2007/2008.

Material	Rpp	Argentina			Paraguai			
		Buenos Aires	Chaco	Formosa	Pindoty Pora	Corpus Christi	Fortuna	San Albert
PI 200492	1	S	S	S	S	S	R	S
Tainung-4	1	S	S	S	S	S	S	R
PI 230970	2	S	S	S	S	S	S	R
PI 417125	2	S	S	S	R	S	-	S
PI 462312	3	-	S	S	S	S	-	R
PI 459025	4	S	-	-	R	S	R	R
Shiranui	5	R	S	S	S	R	R	R

R : Resistente (Gen efetivo)                      S : Suscetibilidade (Gen não efetivo)

## Referências

BONDE, M. R.; NESTER, S. E.; AUSTIN, C. N.; STONE, C. L.; FREDERICK, R. D.; HARTMAN, G. L.; MILES, M. R. Evaluation of virulence of *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia* isolates. **Plant Disease**, v. 90, p. 708-716, 2006.

BROMFIELD, K. R. **Soybean rust**. Saint Paul: American Phytopathological Society, 1984. 65p. (American Phytopathological Society. Monograph, 11).

FREIRE, M. C. M.; OLIVEIRA, L. O. de; ALMEIDA, A. M. R.; SCHUSTER, I.; MOREIRA, M. A.; LIEBENBERG, M. M.; MIENIE, C. M. S. Evolutionary history of *Phakopsora pachyrhizi* (the Asian soybean rust) in Brazil based on nucleotide sequences of the internal transcribed spacer region of the nuclear ribosomal DNA. **Genetics and Molecular Biology**, v. 31, n. 4, p. 920-931, 2008.

GARCIA, A.; CALVO, E. S.; KIIHL, R. A. S.; HARADA, A.; HIROMOTO, D. M.; VIEIRA, L. G. E. Molecular mapping of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) resistance genes: Discovery of a novel locus and alleles. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 117, p. 545-553, 2008.

HARTMAN, G. L. Highlights of soybean rust research at the Asian Vegetable Research and Development Center. In: SOYBEAN RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings...** Urbana: NSRL, 1996. p.19-28 (National Soybean Research Laboratory Publication, 1). Editado por J. B. Sinclair, G. L. Hartman.

HARTWIG, E. E.; BROMFIELD, K. R. Relationship among three genes conferring specific resistance to rust in soybean. **Crop Science**, v. 23, p. 237-239, 1983.

KATO, M.; YORINORI, J. T. A study on a race composition of *Phakopsora pachyrhizi* in Brazil: a difficulty of race identification. **JIRCAS Working Report**, v. 58, p. 94-98, 2008.

MONTEROS, M. J.; MISSAOUI, A. M.; PHILLIPS, D. V.; WALKER, D. R.; BOERMA, H. R. Mapping and confirmation of the 'Hyyuga' Red-Brown Lesion Resistance Gene for Asian soybean rust. **Crop Science**, v. 47, p. 829-834, 2007.

PIEROZZI, P. E.B.; RIBEIRO, A. S.; MOREIRA, J. U. V.; LAPERUTA, L. D. C.; RACHID, B. F.; LIMA, W. F.; ARIAS, C. A. A.; OLIVEIRA, M. F.; TOLEDO, J. F. F. New soybean (*Glycine max* Fabales, Fabaceae) sources of qualitative genetic resistance to Asian soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* (Uredinales, Phakopsoraceae). **Genetics and Molecular Biology**, v. 31, p.505-511, 2008.

SOYBEAN RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings...** Urbana: NSRL, 1996. 68 p. (National Soybean Research Laboratory Publication, 1). Editado por J.B. Sinclair, G.L. Hartman

YAMAOKA, Y.; FUJIWARA, Y.; KAKISHIMA, M.; KATSUYA, K.; YAMADA, K.; HAGIWARA, H. Pathogenic races of *Phakopsora pachyrhizi* on soybean and wild host plants collected in Japan. **Journal of General Plant and Pathology**, v.68, p.52-56, 2002.



**Variabilidade patogênica do fungo *Phakopsora pachyrhizi*.  
Parte II - Projeto Southnomics - Plataforma para estresses bióticos e  
abióticos em culturas**

Rafael M. Soares<sup>1</sup>, Álvaro M.R. Almeida<sup>1</sup>, Maurício C. Meyer<sup>1</sup>, Leila M. Costamilan<sup>2</sup>, Alexandre D. Roese<sup>3</sup>, José Nunes Jr.<sup>4</sup>, Cláudia B. Pimenta<sup>4</sup>, Mônica C. Martins<sup>5</sup>, Austeclínio L. de Farias Neto<sup>6</sup>, Wilfrido Morel<sup>7</sup>, Javier Gilli<sup>8</sup>, Lisandro Lenzi<sup>8</sup>, Adrian de Lucía<sup>9</sup>, Marin Condori<sup>10</sup>, Silvia German<sup>11</sup>, Marcelo J.R. Alonzo<sup>11</sup>

**Resumo**

O objetivo desse projeto é avaliar a reação de germoplasmas de soja a ferrugem em diversos locais, a partir de infecções naturais no campo, em diversas safras no Brasil, Argentina, Paraguai, Uruguai e Bolívia. O projeto iniciou na safra 2006/2007 e encerrará na safra 2009/2010. Com isso, além do monitoramento da patogenicidade das populações locais do fungo, pretende-se fornecer informações para auxiliar no desenvolvimento de cultivares resistentes. Para tal, foi uniformizada a metodologia de avaliação e escolhidos os germoplasmas. Os resultados preliminares indicam haver variabilidade entre as populações de *Phakopsora pachyrhizi* entre locais e, em alguns casos, entre diferentes safras no mesmo local. As conclusões e discussões finais serão feitas após a obtenção de resultados de mais uma safra (2009/2010).

**Abstract**

Pathogenic variability of *Phakopsora pachyrhizi*. Part II - Southnomics  
Project- Platform for biotic and abiotic stress in crops

The goal of this project is evaluate the soybean germplasm reaction to rust in several places, from natural infections in the field, in several seasons in Brazil, Argentine, Paraguay, Uruguay and Bolivia. The project began at 2006/2007 season and will finish at 2009/2010 season. Herewith, besides the pathogenicity monitoring of local fungi populations, it intends supply information to help resistant cultivars development. The evaluation methods were standardized and the germplasm searched. The preliminary results show variability between *Phakopsora pachyrhizi* populations between places and, in some cases, between seasons in the same place. The final conclusions and discussions will be done after results of one more season (2009/2010).

<sup>1</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR, Brasil; <sup>2</sup>Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil; <sup>3</sup>Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Brasil; <sup>4</sup>CTPA, Goiânia, GO, Brasil; <sup>5</sup>Fundação Bahia, Barreiras, BA, Brasil; <sup>6</sup>Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil; <sup>7</sup>CRIA, Capitan Miranda, Paraguai; <sup>8</sup>INTA, Marcos Juárez, Argentina; <sup>9</sup>INTA, Cerro Azul, Argentina; <sup>10</sup>ANAPO, Santa Cruz, Bolívia; <sup>11</sup>INIA, La Estanzuela, Uruguai.



## Introdução

A produção de soja na América do Sul tem passado por uma fase crítica desde a ocorrência das primeiras epidemias da ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. A doença foi constatada pela primeira vez no Continente em 2001 no Paraguai e no Brasil (Morel, 2001; Yorinori *et al.*, 2005), chegando em 2002 na Argentina (Rossi, 2002), na Bolívia em 2003 (Navarro & Rivera, 2006) e no Uruguai em 2004 (Stewart *et al.*, 2005).

A variabilidade genética nas populações do fungo causador da ferrugem tem sido detectada ao longo dos anos em trabalhos de pesquisa (Sinclair & Hartman, 1995; Yamaoka *et al.*, 2002; Bonde *et al.*, 2006; Freire *et al.*, 2008), indicando a ocorrência de mais de uma raça do patógeno, inclusive no Brasil (Kato & Yorinori, 2008). A comprovação da existência de raças de *P. pachyrhizi* é dificultada por fatores que influenciam as características da infecção do fungo nas plantas, entre eles as condições do ambiente (temperatura e umidade) e o estágio de desenvolvimento das plantas. Mesmo assim, é importante que se tenha resultados sobre a reação de genótipos de soja nas condições naturais, para que sejam inferidas respostas para as condições locais de uma região.

Os genes que conferem resistência a ferrugem da soja, atualmente conhecidos, têm sido frequentemente “quebrados” pelo fungo, sugerindo que *P. pachyrhizi* possui genes múltiplos de virulência, o que pode dificultar ainda mais o sucesso do melhoramento genético como estratégia de controle (Hartman, 1996). Portanto, para a obtenção de cultivares resistentes, e para que essa resistência seja eficiente e durável na prática, é importante se conhecer aspectos de virulência e variabilidade do fungo ao longo do tempo. Para isso, é necessário o uso de métodos de avaliação eficientes e padronizados.

A Embrapa, através de suas Unidades de Pesquisa e parceiros, tem executado diversos projetos de pesquisa visando detectar a variabilidade do fungo causador da ferrugem no Brasil e na América do Sul.

Entre esses projetos, está atualmente em andamento a plataforma de pesquisa denominada “Southnomics – Platform for biotic and abiotic stress in crops” (Plataforma para estresses bióticos e abióticos em culturas). Dentro dessa plataforma existe a pesquisa para determinar a “Reação de germoplasmas de soja, diferenciadores para ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), em regiões do Brasil, Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai”, onde planos de ação foram estabelecidos, iniciando com: 1) Padronização da caracterização fenotípica; e 2) Caracterização de germoplasma de soja. A partir destes planos de ação, outros foram elaborados e estarão buscando uma caracterização genotípica do patógeno, utilizando técnicas de biologia molecular. Esse trabalho consiste de parceria entre a Embrapa (CNPSo, CNPT, CPAC e CPAO), o Centro Tecnológico para Pesquisas Agropecuárias Ltda (CTPA), a Fundação

de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento do Oeste Baiano (Fundação Bahia), o Centro Regional de Investigación Agrícola (CRIA - Paraguai), o Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária (INTA - Argentina), a Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (Anapo - Bolívia) e o Instituto Nacional de Investigación Agropecuária (INIA - Uruguai), e conta com suporte financeiro do Programa Cooperativo Para El Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial Del Cono Sur (PROCISUR).

A seguir, conforme apresentação realizada na Reunião do Consórcio Antiferrugem – Safra 2008/2009, são descritos e discutidos os resultados preliminares do projeto citado acima.

### **Reação de germoplasmas de soja, diferenciadores para *Phakopsora pachyrhizi*, em regiões do Brasil, Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai**

O objetivo desse projeto é avaliar a reação de germoplasma de soja a ferrugem em diversos locais, a partir de infecções naturais no campo, ao longo de diversas safras. O projeto iniciou-se na safra 2006/2007 e se encerrará, oficialmente, na safra 2009/2010. No entanto, é de interesse comum que a semeadura dos germoplasmas continue nas safras seguintes, após o encerramento do projeto, para monitorar as características da ferrugem em cada região, estabelecendo-se assim uma rede permanente de informação.

Com isso, além do monitoramento da agressividade das populações locais do fungo, pretende-se fornecer informações para os programas de melhoramento de forma que possam direcionar cruzamentos para desenvolver cultivares resistentes. Para tal, foi inicialmente realizado um treinamento com os técnicos participantes do projeto para uniformizar a metodologia de avaliação e determinar os germoplasmas diferenciadores a serem utilizados.

Na primeira safra do projeto foi utilizado um conjunto de germoplasmas comum para todos os países. A partir da segunda safra, os locais no Brasil tiveram o acréscimo de novos materiais e a retirada de outros considerados muito suscetíveis. Os demais países não receberam os novos materiais devido a dificuldades burocráticas de envio. Os locais participantes estão descritos na Tabela 1 e na Figura 1, e o germoplasma mais recentemente utilizado na Tabela 2.

**Tabela 1.** Descrição dos locais de ensaio no projeto Southnomics.

	Município	Estado/Provincia	Instituição	Altitude (m)
1	BRASIL			
2	Passo Fundo	Rio Grande do Sul	Embrapa Trigo	687
3	Londrina	Paraná	Embrapa Soja	610
4	Dourados	Mato Grosso do Sul	Embrapa Agrop. Oeste	430
5	Chapadão do Sul	Mato Grosso do Sul	Fundação Chapadão	820
6	Senador Canedo	Goiás	CTPA	801
7	Planaltina	Distrito Federal	Embrapa Cerrados	1000
8	Balsas	Maranhão	Embrapa Soja	270
	São Desidério	Bahia	Fundação Bahia	750
9	ARGENTINA			
10	Cerro Azul	Misiones	INTA	280
11	Famailla	Tucumán	INTA	370
	Paraná	Entre Ríos	INTA	60
12	PARAGUAI			
	Capitan Miranda	Itapua	CRIA	226
13	URUGUAI			
14	La Estanzuela	Colonia	INIA	24
	Young	Rio Negro		82
15	BOLÍVIA			
16	San Pedro	Santa Cruz	Anapo	439
	Santa Cruz		Anapo	

Figura 1. Localização dos pontos de ensaio do projeto Southnomics.

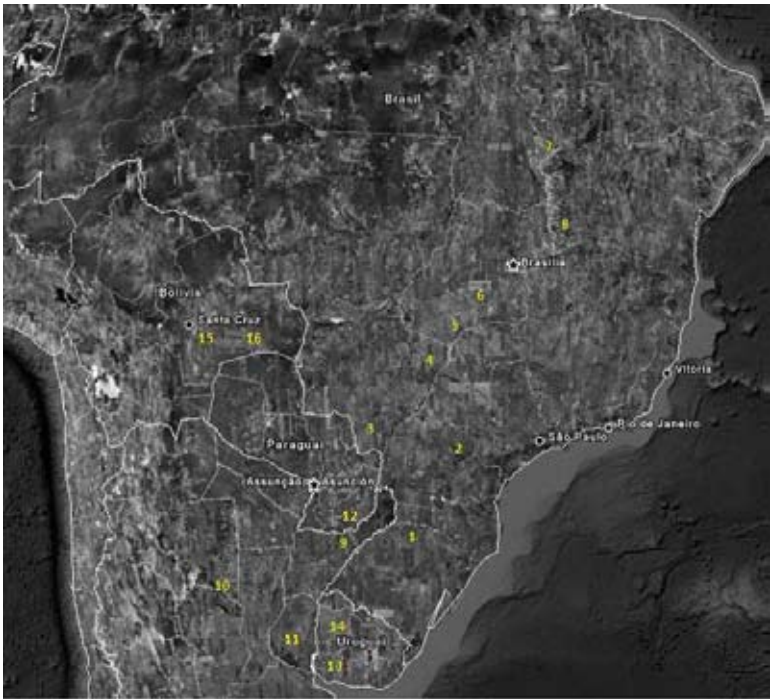


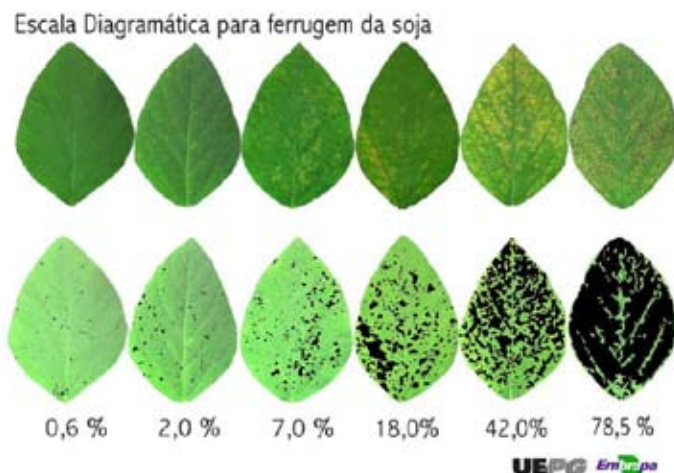
Tabela 2. Germoplasma diferenciador de ferrugem utilizado nos ensaios.

No	Germoplasma	No	Germoplasma
1	BRS 184	16	PI 423956
2	ABURA	17	PI 459025 (Rpp4)
3	GC 84051-9-1	18	PI 462312 (Rpp3)
4	GC 84058-18-4	19	PI 471904
5	GC 84058-21-4	20	PI 561356
6	HYUUGA	21	PI 587880-A
7	KINOSHITA (PI 200487)	22	PI 587886
8	NOVA SANTA ROSA	23	PI 587905
9	PI 200455	24	PI 594538-A
10	PI 200492 (Rpp1)	25	PI 594754
11	PI 200526	26	PI 594767-A
12	PI 230970 (Rpp2)	27	SHIRANUI
13	PI 379618TC1	28	Willians 82
14	PI 416764	29	BR01-18437
15	PI 416819	30	BRASD00-11610

Em condições de campo, foi feita semeadura em linhas de 2 m, espaçadas em 0,5 m, com 15 sementes  $m^{-1}$  e duas repetições. A infecção com ferrugem foi natural ou por inoculação com esporos coletados na mesma região da pesquisa. A avaliação foi feita da seguinte forma: observação de lesões do tipo RB (reddish-brown - resistência), TAN (suscetibilidade), RT (predomínio de RB, com menos TAN) ou TR (predomínio de TAN, com menos RB); a quantidade de esporulação atribuindo notas de 0 (sem esporulação) a 3 (maior esporulação) com auxílio de escala diagramática (Yamanaka, 2008 – não publicada) (Figura 2); determinação da severidade (superfície foliar afetada), com auxílio de escala diagramática (Godoy *et al.*, 2006) (Figura 3). Inicialmente, a esporulação foi avaliada com uma escala de 0 a 5, mas a dificuldade em distinguir as lesões a partir do nível 3, levou a mudança para a escala menor. Foram feitas pelo menos duas avaliações, nas fases de desenvolvimento R3 e R6. Foram colhidas sementes de cada germoplasmas, utilizando essas para repetição dos testes no ano seguinte. Os dados de todas as regiões foram comparados para se identificar diferenças que possam estar ocorrendo entre os locais e entre as safras.



**Figura 2.** Escala diagramática para avaliação da esporulação de lesões de ferrugem da soja.



**Figura 3.** Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja.

Dependendo do local e da safra, alguns ensaios não apresentaram resultados devido às condições ambientais e/ou populacional do patógeno. Esse foi o caso típico do Uruguai, onde o cultivo da soja ainda em expansão e o inverno rigoroso, não tem proporcionado epidemias de ferrugem, apenas ocorrências esporádicas e geralmente no final do ciclo da soja.

Um fator complicador foi os diferentes ciclos dos germoplasmas utilizados. Inicialmente, optou-se por se fazer avaliações considerando principalmente o estágio de desenvolvimento das plantas, o que levou a diversas avaliações em momentos diferentes e, conseqüentemente, em pressões diferentes da doença. Após isso, achou-se melhor priorizar o fator infecção da doença, avaliando-se a maioria dos materiais no mesmo momento independente do estágio, e apenas alguns materiais extremamente precoces ou tardios em momentos específicos. Para diminuir erros, orientou-se para se avaliar as folhas mais infectadas da parte média da planta, pois folhas novas na parte superior, geralmente apresentam menor infecção em cultivares mais tardias.

As Tabelas 3 e 4 mostram os resultados de duas safras de ensaios. Observam-se diferenças entre as reações de alguns materiais às diferentes populações do fungo. Algumas diferenças podem ser consideradas sutis, como, por exemplo, lesões TR em um local e TAN em outro, podendo ser atribuídas à percepção variável de cada avaliador ou pela variação do ambiente. Mas em outros casos as diferenças são extremas, como, por exemplo, lesão RB e esporulação 1 em um local e lesão TAN e esporulação 3 em outro. Também foram constatadas algumas variações nos mesmos locais, de uma safra para outra.

**Tabela 3.** Avaliação da reação de germoplasmas de soja a ferrugem, em diferentes locais. Safra 2007/2008.

Estádio R5/R6		Germoplasma												
Londrina-PR Brasil		P. Fundo-RS Brasil		Dourados-MS Brasil		GoIânia-GO Brasil		Cerro Azul Argentina		Cap. Miranda Paraguay		Santa Cruz Bolívia		
lesão*	sev** esp	lesão	sev esp	lesão	sev esp	lesão	sev esp	lesão	sev esp	lesão	sev esp	lesão	sev esp	
TAN 85	3	TAN 40,0	3	TAN 36,8	3	TAN 42,0	3	TAN 80	3	TAN 68	3	-	-	
TR 78	2	TAN 25,0	3	TR 40,0	2	TR 18,0	2	TAN 90	2	TAN 67	3	TAN 51	-	
no leaves		RB 1,5	2	RT 14,0	2	RB 0,6	1	TAN 90	3	RB 30	3	RB 11	-	
RB 23	1	RB 10,8	1	RB 14,0	2	RB 7,0	1	RT 80	2	RB 30	2	TR 26	-	
RB 44	1	RB 0,3	1	RT 10,0	0/1	RB 0,3	1	RB 80	2	RB 36	1	RB 11	-	
RT 23	1	RB 4,4	2	RT 30,0	2/1	RB 0,6	1	RT 90	2	RB 25	2	TR 11	-	
6 HYUGA		RB 4,8	1	RB 30,0	1/2	RB 0,6	1	RT 90	2	RB 25	1	TAN 26	-	
7 KINOSHITA		RB 4,8	1	RB 30,0	1/2	RB 0,6	1	RT 90	2	RB 25	1	TAN 26	-	
8 NOVA SANTA ROSA		RB 17,3	1 e 2	TAN 35,0	3	TR 5,0	2	TAN 90	2	TR 35	3	TAN 11	-	
TR 86	1	RB 11,4	1	RB 14,0	1/2	-	0,0	0	RB 90	2	RB 67	3	TAN 11	-
TR 62	2	RB 11,4	1	RB 14,0	1/2	-	0,0	0	RB 90	2	RB 67	3	TAN 11	-
TAN 49	2	TR 25,3	2	TR 36,0	2/3	RT 7,0	2	-	-	-	-	TAN 26	-	
11 PI 200526		TR 13,5	-	TAN 40,0	3	TR 10,0	3	-	-	-	-	-	-	
12 PI 230970 (Rpp2)		RB 5,9	1	RB 30,0	3	RB 7,0	1	RT 80	2	RB 35	2	TR 26	-	
13 PI 379618TC1		RB 1,4	1	TR 16,0	2	RB 5,0	1	TR 80	2	RB 30	3	TR 26	-	
14 PI 416764		RB 5,4	1	RT 45,0	3	RB 3,0	1	TR 80	2	RB 36	2	TR 26	-	
15 PI 416819		RT 8,8	0 e 2	RT 50,0	2	RB 5,0	1	TR 80	2	RB 26	2	RB 1	-	
16 PI 423356		RB 2,7	2	RB 35,0	3	RB 2,0	1	TR 90	2	RB 25	2	TAN 26	-	
17 PI 458025 (Rpp4)		RB 0,5	1	RB 45,0	3	RB 3,0	1	RT 80	2	RB 26	3	TR 26	-	
18 PI 462312 (Rpp3)		RB 5,9	1	TAN 30,0	3	TR 10,0	3	-	-	-	-	TR 11	-	
19 PI 471904		RB 1,9	0, 1 e 2	RT 20,0	2	RB 15,0	1	TAN 80	2	RB 25	2	TAN 26	-	
20 PI 561356		RB 0,1	2	RB 1,0	0	-	0,0	0	-	-	-	-	-	
21 PI 567880-A		RB 0,1	2	RT 2,0	1	-	0,0	0	-	-	-	-	-	
22 PI 567886		RB 5,4	1	RT 30,0	2	RT 10,0	2	-	-	-	-	-	-	
23 PI 567905		TR 2,2	3 e 1	TAN 2,0	2	-	0,0	0	-	-	-	-	-	
24 PI 594538-A		TR 14	2	TAN 0,4	3	RB 0,1	1	-	0,0	0	-	-	-	
25 PI 594754		TR 0,1	1	TAN 2,0	1	-	0,0	0	-	-	-	-	-	
26 PI 594767-A		TR 24	2	RT 2,0	2 e 0	RB 20,0	0/1	-	0,0	0	-	-	-	
27 SHIRANUI		RT 61	3	RB 1,8	0	RB 40,0	0/1	RB 0,3	1	RB 60	2	TR 11	-	
28 WILLIAMS 82		no leaves		RB 0,5	2	TAN 14,0	2/3	TR 2,0	2	-	-	-	-	
29 BR01-18437		RT 70	2	RB 19,5	1	TAN 50,0	3	TR 30,0	3	-	-	-	-	
30 BRASD00-11610		TAN 75	3	TAN 20,3	3	TR 60,0	3	TAN 40,0	3	-	-	-	-	

\*RB - lesões grandes castanho-avermelhada; TAN - lesões pequenas castanho claro;

TR - predominio de RB, com algumas TAN; TR - predominio de TAN, com RB.

\*\*Percentual de severidade

\*\*\*Esporulação - 0, 1, 2 e 3 (usar a BRS 184 como parâmetro de 3)

**Tabela 4.** Avaliação da reação de germoplasmas de soja a ferrugem, em diferentes locais. Safra 2008/2009.

Germoplasma	Londrina-PR		P. Fundo-RS		Dourados-MS		Goiania-GO		São Desidério		Capitán Miranda		Cerro Azul	
	lesão* sev**	esp***	lesão sev	esp	lesão sev	esp	lesão sev	esp	lesão sev	esp	lesão sev	esp	lesão sev	esp
1 BRS 184	TAN 40	3	TAN 89	3	TAN 12	2	TAN 88	3	TAN 60	3	TAN 50	3	TAN 80	3
2 ABURA	TR 38	3	TAN 74	3	TAN 6	2	TAN 28	3	TAN 55	3	TR 12	3-2	TR 60	2
3 GC 84051-9-1	RT 14	2	RB 1	2	TAN 1	0	RT 3	0-3	TR 40	2	TAN 35	3	-	-
4 GC 84058-18-4	RB 32	1	RB 2	2	TAN 3	1	RB 7	1	TR 35	2	RB 5	2	RB 10	0
5 GC 84058-21-4	TR 17	2	RB 1	1	RB 3	0	TR 21	2-0	RB 20	1	I	0	TR 30	1
6 HYUUGA	RT 36	2	RB 13	2	RB 10	1	RT 20	1-2	TR 25	3	RT 8	1-2	RT 40	1
7 KINOSHITA	RT 28	1	RB 23	0a1	RB 9	0	RB 13	0	TR 30	2	RB 8	2	TAN 50	3
8 NOVA STA. ROSA	RT 35	2	RB 31	1	RT 8	0-1	TR 23	3-2	RT 40	2	RT 8	2	RT 40	1
9 PI200455	RB 30	1	RT 22	1a3	RB 9	0	TR 9	3-1	RT 30	1	RB 8	2	RB 40	1
10 PI200492	TR 28	3	TAN 55	3	TR 7	0-2	RT 6	1-3	TAN 50	3	-	-	-	-
11 PI230970 (Rpp1)	TR 29	3	TAN 49	3	TR 13	2	TR 7	3-1	TAN 55	3	RB 5	1	RT 40	1
12 PI230970 (Rpp2)	TR 29	3	RB 33	2	RB 3	0	RT 28	0-3	RB 30	1	RB 5	2	TR 30	2
13 PI379618T C1	TR 30	3	RB 1	1	RT 9	0	RT 11	1-3	TR 35	2	RB 5	1	TR 30	1
14 PI416764	TR 37	3	RB 24	1	-	-	RT 11	0-2	-	-	RB 10	2	RB 30	1
15 PI416819	RT 37	2	RB 34	0	RB 14	2-0	RB 8	1	TR 40	2	RB 10	2	RB 30	1
16 PI423956	RT 39	3	RB 18	0a2	RT 11	1-0	TR 26	2-0	-	-	RB 8	2	RB 70	1
17 PI459025 (Rpp4)	TR 31	3	RB 0	1	TR 9	1	RB 1	0	RB 40	1	TAN 2	2	TAN 80	3
18 PI462312 (Rpp3)	TAN 32	3	TAN 60	2	TR 8	2	RT 4	0-3	TR 50	3	-	-	-	-
19 PI471904	RT 13	1	TR 49	2a3	RT 5	0	-	-	TR 40	2	-	-	RT 20	1
20 PI561356	TAN 20	3	RB 0	1	RB 7	0	RB 0	0	-	0	-	-	-	-
21 PI587890-A	TAN 19	3	TR 1	2a3	RB 3	0	RB 0	0	RB 5	0-1	-	-	-	-
22 PI587886	TAN 25	3	RT 13	1a2	RB 12	1	TAN 22	3	-	-	-	-	-	-
23 PI587905	TR 10	3	RB 0	1	RB 5	0	RB 1	0	-	0	-	-	-	-
24 PI594538-A	TR 15	3	RT 0	0a2	RT 3	0	RB 0	0	-	0	-	-	-	-
25 PI594754	TAN 13	3	RT 1	0a2	RB 5	0	-	-	-	-	-	-	-	-
26 PI594767-A	TR 8	3	RB 1	0a1	RB 5	0	RB 4	0	RB 10	0	-	-	-	-
27 SHIRANUI	TR 19	3	TR 19	0a2	RT 8	0-2	RT 12	1-3	TAN 40	3	RB 5	1	RT 40	1
28 Williams 82	TR 21	3	TAN 5	3	-	-	RB 2	1	TAN 40	3	-	-	-	-
29 BR01-19437	TR 30	3	TAN 48	3	TR 14	2-0	TR 10	3-1	TAN 50	2	-	-	-	-
30 BRASD00-11610	TAN 29	3	TAN 85	3	TAN 15	3-2	TR 21	3-2	TR 50	3	-	-	-	-

\*RB - lesões grandes castanho-avermelhadas; TAN - lesões pequenas castanho claro;

RT - predomínio de RB, com algumas TAN; TR - predomínio de TAN, com RB.

\*\*Percentual de severidade

\*\*\*Esporulação - 0, 1, 2 e 3 (usar a BRS 184 como parâmetro de 3)



Os resultados preliminares indicam haver variabilidade entre as populações de *P. pachyrhizi* entre locais e, em alguns casos, entre diferentes safras no mesmo local. As conclusões e discussões finais serão feitas após a obtenção de resultados de mais uma safra (2009/2010).

## Referências

BONDE, M. R.; NESTER, S. E.; AUSTIN, C. N.; STONE, C. L.; FREDERICK, R. D.; HARTMAN, G. L.; MILES, M. R. Evaluation of virulence of *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia* isolates. **Plant Disease**, v. 90, p. 708-716, 2006.

FREIRE, M. C. M.; OLIVEIRA, L. O. de; ALMEIDA, A. M. R.; SCHUSTER, I.; MOREIRA, M. A.; LIEBENBERG, M. M.; MIENIE, C. M. S. Evolutionary history of *Phakopsora pachyrhizi* (the Asian soybean rust) in Brazil based on nucleotide sequences of the internal transcribed spacer region of the nuclear ribosomal DNA. **Genetics and Molecular Biology**, v. 31, n. 4, p. 920-931, 2008.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p.63-68, 2006.

HARTMAN, G. L. Highlights of soybean rust research at the Asian Vegetable Research and Development Center. In: SOYBEAN RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings...** Urbana: NSRL, 1996. p. 19-28. Editado por J. B. Sinclair, G.L. Hartman.

KATO, M.; YORINORI, J. T. A study on a race composition of *Phakopsora pachyrhizi* in Brazil: a difficulty of race identification. **JIRCAS Working Report**, v. 58, p. 94-98, 2008.

MOREL, W. **Royal de la soja**. [S.l.]: Centro Regional de Investigación Agrícola, Dirección de Investigación, 2001. (Comunicado Técnico. Serie Fitopatología n° 1).

NAVARRO, J. C.; RIVERA, V. In: FUNDACRUZ. **Manual de difusión técnica de soja**: interacción entre variedades épocas de siembra y número de aplicaciones de fungicida para el control de la roya. Santa Cruz, 2006.104p.

ROSSI, R. First report of *Phakopsora pachyrhizi* Sidow, the causal organism of soybean rust in the province of Misiones, Argentina. **Plant Disease**, v. 87, p.102, 2002.

SOYBEAN RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings...** Urbana: NSRL, 1996. 68 p. (National Soybean Research Laboratory Publication, 1). Editado por J.B. Sinclair, G.L. Hartman

STEWART, S.; GUILLIN, E. A.; DÍAZ, L. First report of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* in Uruguay. **Plant Disease**, v. 89, p. 909, 2005.

YAMAOKA, Y.; FUJIWARA, Y.; KAKISHIMA, M.; KATSUYA, K.; YAMADA, K.; HAGIWARA, H. Pathogenic races of *Phakopsora pachyrhizi* on soybean and wild host plants collected in Japan. **Journal of General Plant and Pathology**, v.68, p.52-56, 2002.

YORINORI, J. T.; MOREL, W.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. E.; GODOY, C. V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, v. 89, p. 675-677, 2005.





# Soja

Apoio:



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

Governo  
Federal